

Е. В. Брызгалина

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Учебник

Научная космология и космогония

Развитие наук о природе

Природа и общество

Нанотехнологии

Концепции эволюционизма



Елена Владимировна Брызгалина

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Учебник



ebooks@prospekt.org

УДК 50(075.8)

ББК 20я73

Б87

Автор:

Брызгалина Е. В., кандидат философских наук, доцент

Рецензенты:

Аксенов В. Н., кандидат физико-математических наук, доцент;

Егоров С. Ю., доктор биологических наук;

Кузнецов В. Г., доктор философских наук, профессор.

Цель данного учебника – помочь студентам овладеть содержанием курса «Концепции современного естествознания», посвященного фундаментальной сфере современной культуры – науке. Учебник ориентирует на формирование у студентов компетенций, предусмотренных ФГОС ВПО по социогуманитарным направлениям подготовки. Учебник знакомит студентов с особенностями естественно-научной картины мира, основаниями противопоставления естественно-научной и гуманитарной культуры и необходимостью их синтеза на основе целостного взгляда на окружающий мир. В учебнике анализируются ключевые этапы развития естествознания, указывается на преемственность и непрерывность в изучении природы. Учебник освещает основной комплекс проблем естествознания конца XX – начала XXI века. Для изучения предлагаются те концепции и проблемы, которые определяют облик современного естествознания и задают место научного подхода в культуре. Для студента – будущего специалиста в области социогуманитарного знания особенно принципиально осознание основных концепций и законов естествознания в их связи с проблемами общественной жизни, осмысление общих тенденций и взаимовлияний естественно-научного и социогуманитарного знания.

Предлагаемый учебник представляет собой не просто совокупность актуальных вопросов из традиционных курсов физики, химии, биологии, экологии, антропологии, а является продуктом междисциплинарного синтеза на основе комплексного историко-философского и культурологического подходов.

Учебник адресован студентам, получающим образование по социогуманитарным направлениям, всем интересующимся тенденциями развития современной науки.

УДК 50(075.8)

ББК 20я73

© Брызгалина Е. В., 2013

© ООО «Прспект», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Цель данного учебника – помочь студентам освоить содержание курса «Концепции современного естествознания», посвященного фундаментальной сфере современной культуры – науке. Изучение дисциплины «Концепции современного естествознания» имеет цель ознакомить студентов, обучающихся по гуманитарным направлениям, с особенностями естественно-научной сферы науки, прояснить основания противопоставления естествознания и гуманитарных наук, продемонстрировать необходимость их синтеза в современной социокультурной ситуации на основе целостного взгляда на окружающий мир.

Данный курс входит в Государственные стандарты подготовки по широкому спектру гуманитарных специальностей и призван содействовать получению широкого базового высшего гуманитарного образования. Структура предлагаемого учебника составлена в соответствии с Требованиями по циклу общих математических и естественно-научных дисциплин для направлений высшего образования, утвержденными Госкомвузом России 13 августа 1994 г. В учебнике анализируются ключевые этапы развития естествознания, указывается на преемственность и непрерывность в процессах изучения природы. Учебник отражает основной комплекс проблем естествознания XX – начала XXI в. Предлагаемый курс представляет собой не просто совокупность актуальных вопросов из традиционных курсов физики, химии, биологии, экологии, антропологии и проч., а является продуктом междисциплинарного синтеза на основе комплексного историко-философского и культурологического подходов. Для изучения предлагаются те концепции и проблемы, которые определяют облик современного естествознания и задают место научного подхода в культуре.

Данный учебник является результатом обобщения опыта преподавания курса «Концепции современного естествознания» на ряде факультетов Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. Автор с благодарностью отмечает влияние на формирование авторских представлений о целях учебного курса и методике подачи материала консультаций с руководителями факультетов и занятий со студентами таких факультетов МГУ, как философский, психологический, исторический, факультет мировой политики, факультет высшей школы перевода. Кроме того, преподавание курса «Биоэтика» на медицинском и биологическом факультетах МГУ имени М. В. Ломоносова повлияло на включение в структуру учебника главы о ценностных регулятивах развития современного естествознания.

Концепция (от лат. *conceptio* – понимание, система) есть определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на этот предмет, явление или процесс. Этот термин применяется также для обозначения руководящей идеи (основного замысла, конструктивного принципа) при систематизации каких-либо понятий и фактов в научной, художественной, политической, технической деятельности. В таком смысле понятие «концепция» употребляется, например, в выражениях: «концепция ноосферы В. И. Вернадского», «обсуждена концепция государственной безопасности РФ», «применено концептуальное

архитектурное решение», «автоконцерн представил новый концепт-кар».

Естествознанием называется раздел науки, который изучает природу, существующую независимо от человека (в отличие от гуманитарных наук, изучающих духовные продукты человеческой деятельности, и технических наук, изучающих материальную культуру). Более подробно специфика естественно-научных дисциплин будет проанализирована в соответствующей главе.

К современному естествознанию отнесены концепции, возникшие в XX в. Однако понятием «современные» объединены не только последние научные данные, но и те, на которых основывается современная наука, поскольку наука состоит не из отдельных, мало связанных между собой теорий, а представляет собой единое целое и включает в себя в качестве фундамента современных взглядов знания, ставшие достоянием человека в разное время его истории.

Составление перечня тем для этого учебника было, помимо ориентации на требования Государственных образовательных стандартов, вопросом индивидуальных предпочтений. При его написании автор представлял себе вопросы типа: почему же вы включили концепцию А и не включили концепцию В? Чтобы предупредить подобные вопросы, поясню, как отбирались темы, включенные в данное издание.

Особенностью данного издания в сравнении с другими учебниками и пособиями по курсу «Концепции современного естествознания» является ориентация на выделение основных направлений трансформации общественного сознания и социогуманитарных наук под влиянием бурного развития естествознания. Для студента-гуманитария принципиально важно осознание основных концепций и законов естествознания в их связи с проблемами общественной жизни. Для реализации этой основной идеи, заложенной в учебнике, при систематизации материала автор позволил себе по сравнению с имеющимися в распоряжении студентов изданными учебниками несколько изменить пропорции в изложении материала основных разделов курса. Особое внимание уделено именно тем темам, в которых раскрывается влияние современных естественно-научных данных и концепций на представление о человеке и социуме. Изложение концепций науки в простой линейной последовательности невозможно. Существует естественная последовательность изложения, но главы данного учебника являются более или менее независимыми и могут читаться в любом порядке. Каждая из глав поведет читателя в сети знаний, составляющих научные представления о Вселенной. Некоторые идеи, оказавшиеся вытесненными или дискредитированными, но нашедшие место в истории науки, отражены и в этом учебнике. Для фиксации основных понятий современной науки учебник содержит словарь терминов. Каждая глава, помимо изложения основного учебного материала, снабжена списком вопросов для самопроверки и оригинальными тестовыми заданиями, которые можно использовать как для текущего контроля знаний, так и для итогового контроля качества знаний студентов. Автор попытался создать учебник, который, представляя основные концепции и специфичные особенности современного этапа развития наук о природе, мог бы служить базой при обращении к дополнительным

источникам. Любой учебник отстает от стремительно развивающейся науки, он с необходимостью должен дополняться обращением к литературе, которая соответствовала бы актуальному состоянию науки.

ГЛАВА 1.

Наука как форма духовного освоения действительности

Желаю читателям этого учебника творческого поиска, успехов в освоении учебного материала, профессионального и личностного роста.

Для того чтобы значение и строение современных концепций естествознания было понятно, необходимо прежде всего выяснить, что такое наука в целом, какова ее структура, что и как изучает естествознание.

Философы полагают, что категория «наука» включает часть того, что входит в категорию «знание». Этот термин обычно употребляется для обозначения осведомленности как базы умений и навыков или адекватной информации, или для указания на особую форму отношения человека к действительности (познавательное отношение), помимо практического отношения.

Познание – обусловленный общественно-исторической практикой процесс отражения и воспроизведения действительности в мышлении субъекта, погружения человеческого интеллекта в действительность, который осуществляется для получения знаний. Интеллект движется от незнания (отсутствия проверенной практикой информации о каком-либо предмете, явлении, факте) к знанию, от вероятностного знания к более глубокому и всестороннему знанию.

В контексте различной человеческой деятельности возникает и функционирует практическое познание. Практическое познание вырастает из потребностей соответствующих видов практики для ее обслуживания эффективным образом. Критерий применимости практического знания – его эффективность, для него важна профессиональная тренированность. Практическое знание формируется через ученичество, предполагающее личное общение с использованием специального искусственного языка (признаком которого являются термины типа «на глазок», «чуток», «щепотка»). В традиционных обществах человек обучается любой деятельности, целостно непосредственно находясь в ней, наблюдая ее, подражая учителю и в конкретных действиях, и в отношении к работе, и в ее оценке. Такого рода знание не может быть вытеснено наукой, так как при увеличении потребностей людей происходит умножение многообразия форм знания, связанных с локальными практиками. Понятие «практическое познание» применимо к ремесленным технологиям, а также к мастерству современных профессий.

Знания приобретаются человеком и в обыденной жизни. Обыденное знание включает в себя приметы, назидания, рецепты, традиции, основанные на здравом смысле. Кроме этого люди обретают знания и включаясь в политическую жизнь общества, и вступая в экономические отношения, и приобщаясь к прекрасному через занятие искусством, то есть во вненаучных формах деятельности. Но в этих сферах получение знаний не является главной целью. Религия и мифология – достаточно мудрая система знаний, но она не производит в систематической форме знаний, имеющих доказательный,

целостный, всеобщий характер.

Понятие «ненаучный» не содержит негативной оценки, оно лишь указывает, что данный вид деятельности не является научным по целям, результатам или методам. Поэтому «научный» не является синонимом понятия «истинный»: вполне может быть получено истинное знание, не являющееся научным, с другой стороны, научность не служит гарантом получения истинных знаний.

Выделим черты, отличающие науку как форму духовного освоения действительности.

То, на что направлена мысль исследователя в мире природных объектов или феноменов, порожденных человеком, составляет предмет науки. Если обобщить предметы всех научных дисциплин, можно сказать, что наука направлена на познание мира объективного и субъективного. В предмет (предметную область) конкретной науки входят те свойства и признаки объекта, которые существенны для данного исследования.

Основной целью научной деятельности и ее основным **результатом** являются **знания**, обладающие рядом особенностей. Научное знание стремится быть систематизированным, то есть максимально полным, непротиворечивым, с ясно выраженным представлением об основаниях систематизации. Для науки значительным является свойство знания быть обоснованным, то есть многократно проверенным наблюдением и экспериментом, базирующимся на статистических данных, полученных независимыми учеными. При обосновании теоретических концепций внимание обращается на то, чтобы теории были непротиворечивы, следствия из них соответствовали опытным данным, обладали способностью описывать известные в данной предметной области явления и предсказывать новые. Важным отличием науки является **интерсубъективность** знаний. Наука постоянно стремится устранить из результатов научной деятельности все субъективное, привнесенное особенностями мировоззрения ученого. Научное знание возникает в результате конкретной деятельности конкретных людей в различных странах. Эта деятельность совершается в определенной социокультурной ситуации. Однако содержание естественно-научных концепций не должно включать особенности страны или личности, их создавших.

Продуктом науки, кроме знаний, следует признать еще и **стиль научной рациональности**. Рациональность – постоянная апелляция к доводам разума и рассудка, максимальное исключение эмоций, страстей, личных мнений при принятии решений, касающихся фактов; требование дискурсивности, логичности, доказательности, подчиненности определенным методологическим нормам. Кроме этого продуктами науки являются методы и средства получения и обработки информации.

В истории культуры выделяют несколько этапов развития представлений о научной рациональности: на первом этапе господствовала так называемая дедукционистская модель научной рациональности. В ней научное знание представлялось в виде дедуктивно упорядоченной системы положений, в основании которой лежали общие

предпосылки, истинность которых устанавливалась нелогическим и внеопытным путем. Их истинность как бы непосредственно усматривалась разумом, после его определенной подготовки. Все же остальные положения выводились из этих общих посылок дедуктивно. Рациональность ученого в этой модели заключалась в доверии к авторитету разума при принятии исходных предпосылок и жестком следовании остальным правилам дедуктивной логики при выведении и принятии всех остальных суждений. Что такое дедуктивный идеал рациональности, легче понять, если вспомнить Шерлока Холмса, героя А. Конан Дойла. В качестве общих знаний он использовал выведенные из криминалистической практики истины: «Все злодеяния имеют большое семейное сходство, и, если подробности целой тысячи дел вы знаете как свои пять пальцев, странно было бы не разгадать тысячу первое» [\[1\]](#).

С зарождением экспериментальной науки в XVII–XVIII вв. обнаружилось, что только доводов разума и логической принудительности научного мышления недостаточно для понимания научной рациональности. В рамках научной рациональности пришлось искать место доводам опыта и эксперимента. Такая попытка была предпринята в рамках индуктивистской модели научного познания и научного метода. В этой модели определяющим фактором доказанности или обоснованности научного знания выступают опыт, факты, полученные в результате наблюдения и эксперимента. Но уже во второй половине XIX в. обнаружилось, что индуктивная логика (от фактов к общим положениям, к законам) не может иметь доказательной силы.

Индукция и дедукция не должны рассматриваться как резко различные, отдельные, противопоставленные друг другу типы рассуждений. Они так тесно связаны друг с другом, что одна без другой ни теоретически, ни практически обойтись не может. Ученые выдвигают гипотезы, предположения о существовании тех или иных фактов, связей, закономерностей, делают из такой гипотезы логические выводы, предсказывают факты, которые должны иметь место, если гипотеза верна, и проверяют, существуют ли такие факты на самом деле. Сравнение выводов из гипотезы с фактами позволяет развивать гипотезу. Пояснить такое положение можно примером из физики, когда возникла гипотеза о том, что большинство элементарных частиц на самом деле составные, состоящие из гипотетических частиц, названных кварками. Экспериментаторы всего мира взялись за поиски кварков – частиц с дробными электромагнитными зарядами. На опыте кварки не были обнаружены. Для теоретического знания кварковая гипотеза оказалась очень плодотворной, на ее основе было предсказано множество фактов, действительно обнаруженных. Усложнились и представления о природе кварков, некоторые теоретики пришли к выводу, что кварки не могут существовать, будучи не соединенными в протон, нейтрон или какую-нибудь другую элементарную частицу.

В 50-х гг. XX в. К. Поппер предложил принципиально новую интерпретацию научной рациональности. Он считал, что в принципе невозможно доказать истинность научных положений на основе фактов, для этого просто не имеется необходимых логических средств. Чтобы принимать во внимание опытные данные при решении вопроса о статусе теории, необходимо следовать следующей схеме: если из принятой

теоретической гипотезы Т выводится эмпирически проверяемое следствие Е и при проверке оказывается, что оно опровергается, то с логической точки зрения опровергнута и гипотеза Т. В такой модели основной критерий научной рациональности – опровергаемость знания. Согласно «принципу фальсифицируемости» (опровержимости) теория может быть научной, только когда существует возможность ее принципиального опровержения. Например, теория относительности указывает предельную скорость для всех процессов. Если процесс с большей скоростью будет обнаружен, теория будет опровергнута. Следовательно, возможно, это научная теория.

В 60–80-х гг. XX в. появилась так называемая парадигмальная модель научного знания. Понятие «парадигма» использовалось в античной философии для описания взаимоотношений духовного и чувственного миров. В современной культуре это понятие стало обозначать некоторую совокупность принципов, установок, правил, применяемых научным сообществом при объяснении новых фактов и явлений. Господствующая в определенный исторический период парадигма определяет образец видения мира, который задает ученым определенные методы его исследования. Парадигма объединяет отдельных исследователей в научное сообщество, иначе говоря, научное сообщество состоит из тех, кто разделяет принципы, установки и правила данной парадигмы. Научная деятельность признается рациональной настолько, насколько отдельный ученый или коллектив следует требованиям парадигмы, принятой научным сообществом.

При возможно различном понимании того, что такое научная рациональность, требования систематичности и обоснованности широко проникли во все сферы жизни человека. Для современной культуры эти требования стали социальной ценностью, даже в обыденной жизни часто выдвигаются требования «обоснуйте свою позицию», «докажите свою правоту», что является проявлением распространения норм, принятых в науке, за ее пределы.

Наука функционирует как **социальный институт**. Социальным институтом называют сферу упорядоченных отношений между людьми, устойчивые организационные формы деятельности людей.

Субъектом науки являются научные сотрудники, коллективы ученых, включая вспомогательный научный персонал. Функционирование науки как социального института связано с тем, что собирание сведений об окружающем мире, формулировка закономерностей существования и развития явлений есть постепенный процесс, результат длительного труда нескольких поколений мыслителей. Любой крупный ученый, сделавший то или иное открытие, опирался на работу своих предшественников. Кроме того, открытие не является исключительной прерогативой отдельного независимого исследователя, особенно для современных наук, это результат совместной работы ученых, входящих в исследовательский коллектив (кафедры, лаборатории научно-исследовательского института и проч.).

В науке складывается система допустимых норм поведения, система ценностей, которые передаются посредством традиции. Например, каждый выпускник

медицинского вуза должен дать клятву Гиппократу. Когда впервые была составлена врачебная «Клятва», неизвестно. В устной форме она переходила от одного поколения к другому и в основных своих чертах была создана до Гиппократу. В III в. до н. э. «Клятва» вошла в «Гиппократовы книги», после чего в широких кругах ее стали называть именем Гиппократу, не имея в виду его авторства. «Клятва», данная врачом по окончании обучения, с одной стороны, защищала пациентов, являясь гарантией высокой врачебной нравственности, а с другой – обеспечивала врачу полное доверие общества. Законы врачебной этики в Древней Греции соблюдались неукоснительно и были неписаными законами общества, ибо, как говорится в «Наставлениях», «где любовь к людям, там и любовь к своему искусству». Нормы и принципы поведения врача, определенные в клятве Гиппократу, являются не просто отражением специфических отношений в конкретно-исторической эпохе. Они наполнены содержанием, обусловленным целями и задачами врачевания, независимо от места и времени их реализации. Примером документа, созданного на основе «модели Гиппократу», служит принятая в 1999 г. «Клятва врача», которая составляет статью 60 ФЗ «Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан».

Следование принятой в науке системе ценностей и норм межличностных отношений влечет за собой поощрение со стороны научного сообщества, а несоблюдение чревато негативными санкциями. Главным поощрением внутри науки как социального института является признание коллег, выражающееся в различных формах (цитирование, награждение престижной премией, признание авторства открытия в виде наименования закона). Однако некоторых ученых, нарушающих принятые в науке нормы (проведение запрещенных экспериментов, фальсификация результатов, присвоение результатов, полученных учениками, и др.), может не принять само научное сообщество, лишая таких коллег поддержки и признания. Формы контроля со стороны научного сообщества не всегда результативны: с одной стороны, признание могут получить идеи, не заслуживающие признания, и, напротив, с другой – инновационные идеи не всегда получают поддержку коллег.

Формирование науки как социального института происходит в Европе в XVI–XVII вв. Отношения между наукой как социальным институтом и обществом предполагают предъявление взаимных требований относительно условий развития, взаимодействие при удовлетворении указанных требований. С одной стороны, наука предоставляет обществу прежде всего знания, которые находят применение в технологиях, участвуют в формировании культуры и мировоззрения. Распространение научных знаний в процессе обучения способствует формированию интеллектуального потенциала общества. Квалифицированные ученые выступают в роли экспертов при принятии политических, экономических решений, культурных и социальных проектов. Ни одно сколько-нибудь серьезное решение для общества уже не может быть принято без ученых. Например, политики просто вынуждены доверять советникам, а это значит, что демократия как власть, осуществляемая народом через посредство своих избранных, сегодня фактически является властью, осуществляемой научными советниками (научно-технической элитой) через посредство этих самых избранных.

С другой стороны, наука нуждается в общественной поддержке: научное сообщество получает в свое распоряжение ресурсы, необходимые для воспроизводства и преумножения научных знаний (материальные, финансовые). Развитию науки способствуют определенные принципы социальной жизни (поощрение свободных дискуссий, обмен мнениями, поиск новых источников энергии и сырья, средств транспорта и связи).

По отношению к государству и обществу научное сообщество можно рассматривать как автономное образование. Однако общество часто вмешивается во внутренние дела науки, а наука, в свою очередь, вмешивается во внутренние дела общества. Общество ждет со стороны ученых ответа на определенные социальные потребности, поэтому посредством социального заказа, часто не считаясь с внутренней логикой постановки научных проблем, стремится указать ученым на те приоритетные проблемы, которыми следует заниматься. Такая проблема существовала во все века. Галилей в письме к герцогине Тосканской Христине пишет, что вмешательство в дела ученых «означало бы, что им приказывают не видеть того, что они видят, не понимать того, что они понимают, и, когда они ищут, находить противоположное тому, что они встречают» [\[2\]](#)

...

Общество заинтересовано в эффективном выполнении наукой своих функций не только при обслуживании актуальных проблем общественного развития, но и в отдаленной перспективе. Сочетание в развитии науки ориентации на удовлетворение таких разнонаправленных интересов достигается непросто. Для иллюстрации приведем пример из области, касающейся биологической безопасности. Государство должно быть готовым к противостоянию по «биологическому» сценарию (использование биологического оружия и биологических агентов как странами, так и отдельными террористическими группами т. д.). Человечество сталкивается с реальными угрозами распространения пандемий и опасности биотерроризма. Общество заинтересовано в эффективной организации противодействия, наука призвана обеспечить возможности справиться с новым орудием убийств. «Противовооружение», направленное на борьбу с потенциальным биологическим оружием, крайне трудно создать. Ученый не может решать задачу, сформулированную как «поиск панацеи от всех известных возбудителей, а также их возможных генетических модификаций» или «создание методики диагностики несозданных возбудителей». Что сегодня можно сделать для подготовки к этому возможному противодействию? Только поддерживать высокий уровень фундаментальных, не связанных с удовлетворением конкретных нужд исследований.

Важнейшим средством научного познания является язык науки. Для него характерна специфическая лексика, поэтому освоение любой науки начинается с ознакомления с особыми терминами, используемыми для описания предметной области данной дисциплины, причем наука стремится к определенности используемых понятий. Вспомните, что любой учебник обязательно содержит определения, знание которых абсолютно необходимо как для изучающего конкретную науку, так и для работающего над решением конкретной научной задачи.

Основными жанрами научного стиля являются:

– реферат – особый вид текста, являющийся результатом индивидуального творческого процесса преобразования информации, содержащейся в источнике. Реферат отражает главную информацию, содержащуюся в первоисточнике, новые сведения, существенные данные. Реферат должен быть информативным, отличаться полнотой изложения, объективно передавать содержание первичного текста, конкретно оценивать материал в первоисточнике. В реферате используются характерные обороты («Автор останавливается на вопросе...»; «При этом автор отмечает, что...»; «Задача заключается в том, чтобы...»);

– Аннотация – сжатая характеристика книги, статьи или сборника, отражающая их содержание и назначение. В аннотации перечисляются главные вопросы первичного текста, иногда характеризуется композиция. Аннотация имеет две обязательные части: содержательная характеристика первоисточника, цель автора и адресат аннотируемого текста. Смысловые части аннотации оформляются с помощью речевых клише («В статье рассматривается...», «В книге изложены...», «Статья посвящена...», «Книга заинтересует...»);

– конспект – особый вид текста, являющийся письменной фиксацией основных положений читаемого или воспринимаемого на слух текста, в основе конспекта лежит мысленная переработка информации, содержащейся в исходном тексте. Конспект выявляет, систематизирует и обобщает наиболее ценную информацию, существенно сжимает исходный текст;

– тезисы – сформулированные в краткой форме основные положения доклада, научной статьи. Это один из видов извлечения основной информации текстоисточника с ее последним переводом в определенную языковую форму. Оригинальные тезисы являются сжатым отражением собственного доклада. Вторичные тезисы создаются на основе первичных текстов, принадлежащих другому автору. В тезисах логично и кратко излагается данная тема. Каждый тезис, составляющий отдельный абзац, освещает отдельную микротему. Взаимосвязь между отдельными тезисами может быть выражена через использование вводных слов (во-первых, во-вторых), с помощью оппозиционных фраз (внешние факторы – внутренние причины), а также классификационных фраз. В тезисах, как правило, отсутствуют цитаты. Тезисы начинаются следующими речевыми формами (клише): «Известно, что...»; «Следует отметить, что...»; «Предполагается, что...»; «Специалисты ставят своей задачей...»;

– дискуссия – устное коммуникативное взаимодействие группы лиц. Дискуссия – это скорее форма сотрудничества, чем борьба двух мнений. Дискуссия имеет следующую структуру: 1) вступительное слово, в котором объясняется тема дискуссии, формируется ее цель, определяются ключевые понятия; 2) реплики, организующие дискуссию, стимулирующие участников дискуссии к высказыванию, корректирующие направление дискуссии, подчеркивающие общее в высказываниях, снимающие напряжение; 3) заключительное слово, где отмечается результат проведения дискуссии;

– рецензия – отзыв, разбор и оценка художественного, научного или научно-популярного произведения. Рецензия отличается от собственно отзыва тем, что рецензия – понятие более широкое: это не только субъективный отклик на произведение, мнение о нем, оценка произведения, но и разбор произведения, чего не требуется от индивидуального отзыва;

– сообщение – тематически связанное выступление в форме монолога. Оно может быть построено как сообщение-рассуждение. В таком случае выделяются тезис (основная мысль), аргументы (доказательства) и вывод. В доказательной части делается акцент на пример и его объяснение;

– беседа – сообщение на какую-либо тему с участием слушателей в обмене мнениями. Беседа отличается от доклада тем, что слушатели принимают активное участие в обсуждении. В то же время беседа отличается от дискуссии тем, что в беседе есть основное сообщение, а в дискуссии только ставится проблема;

– доклад – публичное сообщение на определенную тему. Доклад состоит из: 1) вступительной части, в которой в целом освещается проблема и привлекается внимание слушателей; 2) основной части, в которой дается аналитически-синтетическое освещение проблемы; 3) заключения, в котором обобщается все вышесказанное и делается вывод. В докладе используются вводные слова и устойчивые сочетания, привлекающие внимание аудитории («Можно предположить...», «Задумайтесь...», «Обратите внимание...»);

– статья – научное сочинение небольшого размера. В статье раскрывается определенная научная проблема. Статья имеет три основные части: 1) вступление, в котором автор вводит в проблему; 2) основная часть, в которой идет решение данной проблемы; 3) заключение, где автор обобщает все вышесказанное и делает вывод.

Все научные тексты обладают рядом стилистических особенностей. При изложении результатов научной работы ученые стремятся максимально отказаться от использования художественных приемов, высказывать свои утверждения четко, строго логично излагать материал. Научная теория является системой понятий, где каждое понятие занимает определенное место и обуславливается всей теоретической системой. Развитие категориального аппарата, языка науки, совершенствование внутренней согласованности теоретических построений играют большую роль в прогрессе научного знания.

Наука обладает широким арсеналом способов получения знаний. Научное познание – сложный процесс, включающий использование множества различных **приемов, методов и средств познания**. В науке применяются в том числе и обычные приемы рассуждения, характерные для любой человеческой деятельности и широко применяющиеся людьми в их обыденной жизни. Это такие приемы, как индукция, дедукция, анализ, синтез, абстрагирование, обобщение, аналогия, идеализация и т. д. Различия между методами, приемами и средствами исследований условны, и очень часто все эти термины употребляются как синонимы.

Научный метод – совокупность регулятивных принципов, приемов и процедур, функция которых состоит в том, чтобы ориентировать и направлять научный поиск в решении конкретной задачи наиболее эффективным способом. Принято считать, что «правильный метод» синоним «научного метода». Метод тогда научен, когда верно отражает объективные законы мира, определяется особенностями предмета исследования, законами его развития, его отраженной в познании сущностью. Научный метод должен опираться на истинное теоретическое знание, правила перевода теоретических знаний в нормативные предписания (регулятивные принципы) должны быть корректными, и действия исследователя, использующего конкретный метод познания, должны соответствовать избранному методу.

Некорректно говорить, что научный метод присущ только науке. Научный метод представляет собой более разработанную и систематизированную форму того процесса, с помощью которого мы приходим к каким-то представлениям и в повседневной жизни. Методы как систематизированные и специально разработанные регулятивные принципы и процедуры построения постепенно развиваются и усложняются. Со временем оформляются представления о требованиях, предъявляемых к научному методу: ясность, общепонятность; отсутствие произвола в применении соответствующих регулятивных принципов, это свойство дает возможность обучать методам новые поколения ученых; направленность метода на достижение определенного результата сочетается со способностью давать, кроме намеченных результатов, еще и другие побочные; надежность и способность с большой вероятностью обеспечивать получение искомого результата; экономность, то есть способность давать результат с наименьшими затратами средств и времени. Чем более разработан метод, тем в большей степени перечисленным свойствам он удовлетворяет.

Методы, используемые в науке, можно подразделить на общенаучные, то есть те, которые применяются всеми научными, при исследовании любой предметной области, и частнонаучные (совокупность способов познания, исследовательских приемов, применяемых в той или иной отрасли науки или научной дисциплине). Современная наука отличается стремлением использовать разнообразные приемы и методы исследований в их сочетании и взаимодействии.

По используемым методам и процедурам познания, а также по характеру связи с практикой, по функциям в познании, по глубине отражения исследуемой реальности выделяют эмпирический и теоретический уровни познания. Эмпирический и теоретический уровни познания не следует противопоставлять, они составляют единство с точки зрения рассмотрения их в целостной системе научного знания, в функциональном плане – единство существующей в настоящее время системы знания, в историческом – как преемственность эмпирической и теоретической стадий познания.

Основными методами эмпирического познания являются наблюдение и эксперимент.

Наблюдение (от лат. *observatio* – наблюдение) – целенаправленное изучение

предметов, опирающееся в основном на чувственные способности (ощущение, восприятие, представление). Исторически наблюдение развивается как часть трудовой деятельности, когда необходимо установить соответствие продукта деятельности его запланированному образцу. С усложнением социальных действий и практики наблюдение выделилось в относительно самостоятельный вид деятельности. В ходе наблюдения можно получить знания о внешних сторонах, свойствах и признаках объекта. При использовании наблюдения как метода ученый может решать множество задач: получение данных с целью предварительной ориентации относительно объекта, явления, процесса; выдвижение гипотезы; проверка гипотезы; уточнение результатов, полученных другими методами; иллюстрация.

Результаты наблюдения оформляются в виде описания, то есть средствами языка зафиксированы исходные сведения об изучаемом объекте или явлении. Итогом наблюдения может быть словесное описание или схема, рисунок или диаграмма. В структуре наблюдения присутствуют следующие компоненты: субъект, объект, условия наблюдения и средства наблюдения.

В рамках науки наблюдение как метод применяется там, где невозможно использовать эксперимент (например, в астрономии при формировании описания отдаленных галактик). Наблюдение как метод познания используется и в тех случаях, когда ставится задача исследовать функционирование объекта в естественных условиях или необходимо зафиксировать поведение объекта, избегая искажающих вмешательств со стороны исследователя (подобные задачи ставятся в таких науках, как этология или социология). Термин «наблюдение» может использоваться для обозначения процесса восприятия, и в таком значении наблюдение функционирует и в составе метода наблюдения, и в составе эксперимента.

Наблюдение предполагает наличие программы исследования, формирующейся на базе прошлого опыта, установленных фактов, принятых концепций. При анализе результатов наблюдения следует учитывать возможное влияние личностных особенностей познающего субъекта. В истории науки известны примеры, когда ориентация исследователя на подтверждение своей идеи оказывала искажающее воздействие на результаты наблюдения. Кроме того, для достижения объективности необходимо соблюдение ряда нормативных требований, желательно, чтобы результаты наблюдения были зафиксированы несколькими независимыми исследователями.

Эксперимент (от лат. *experimentum* – проба, опыт) – активный целенаправленный метод изучения явлений в точно фиксированных условиях их протекания, которые могут создаваться и контролироваться самим исследователем. Для проведения эксперимента необходимо подготовить особые контролируемые средства воздействия на состояние объекта, позволяющие выявить его скрытые свойства и связи.

Становление экспериментального метода познания природы одновременно ознаменовало начало науки Нового времени.

По сравнению с наблюдением эксперимент обладает рядом преимуществ: он может

воспроизводится по желанию субъекта; позволяет наблюдать свойства, отсутствующие в естественных условиях; допускает изоляцию изучаемого явления от усложняющих обстоятельств через изменение условий; значительно увеличивает набор приборов и инструментов.

Эксперимент является связующим звеном между теоретическим и эмпирическим этапами познания, он одновременно принадлежит к познавательной и практической деятельности. По характеру используемых средств эксперимент относится к эмпирическому уровню, однако по замыслу он опосредован теоретическим знанием и его результаты также нуждаются в теоретической интерпретации. Эксперимент осуществляется на основе теории, определяющей постановку задач и интерпретацию его результатов. Без теории эксперимент не может быть замыслен и осуществлен. Для взаимодействия теории и эксперимента значимы такие условия, как относительная их независимость, наличие моделей-посредников.

К познанию эксперимент принадлежит по цели, но включает преобразование среды, создание определенных материальных условий для возникновения и протекания изучаемого явления. Поэтому граница между экспериментом и другими областями практики относительна (социальный эксперимент полностью находится в сфере практики).

Итогом данного метода познания является достижение фактуального знания и установление фактуальной закономерности. Эксперимент позволяет организовать такое изучение сложных объектов, которое дает возможность проследить ход процесса в «чистом» виде. Таким образом, достигается более глубокое познание объекта, осуществляется контроль над немногими существенными для данного объекта факторами (отвлечением от несущественных факторов эксперимент напоминает абстрагирование). Данный метод позволяет проводить опытную проверку гипотез и теорий, а также создавать гипотезы в ходе исправления и уточнения первоначальных допущений и догадок.

Среди экспериментов особое место принадлежит так называемому мысленному эксперименту, его элементы фактически присутствуют в любом познавательном процессе. Мысленный эксперимент не следует считать логической операцией, обдумыванием реального эксперимента, обычным теоретическим рассуждением. В ходе мысленного эксперимента участвует конкретный образ, функционирующий в роли модели и представляющий идеальный объект (например, идеальный газ, абсолютно твердое тело). Точкой отсчета при формировании идеального объекта служит реальный объект. Некоторые, чаще количественные, характеристики реального объекта мысленно доводятся до крайних значений, в результате какое-либо свойство объекта предстает в чистом виде. В основе построения идеального объекта лежит абстракция потенциальной осуществимости. Идеальный объект отличается от понятия наглядностью, которая является результатом возвращения в чувственную сферу того содержания, которое имеется в абстрактном мышлении. Путем мысленного эксперимента идеализированный объект вводится в теорию сначала в виде некоторого

чувственного эквивалента, который позднее приобретает логическую форму.

Использование методов наблюдения и эксперимента позволяет открывать новые факты, ставит перед теоретическим мышлением новые задачи.

Теоретическое познание связано с усилением роли теоретического мышления, оно обладает способностью к воспроизводству теоретического знания на своей собственной основе, что предполагает относительную независимость от эмпирии. На этом уровне исследуется природа самих понятий, развивается и совершенствуется понятийный аппарат науки.

Целями использования теоретических методов является установление законов и принципов, позволяющих систематизировать, объяснить и предсказать факты, установленные в ходе эмпирических исследований. Обратите внимание, что однозначного пути от знания о фактах к знанию о законах не существует.

Метод и форма теоретического исследования – **гипотеза** (от греч. hypothesis – основание, предположение). В методологии науки этот термин употребляется в нескольких смыслах. Во-первых, гипотезой называют форму существования знания, которая характеризуется недостаточностью, недостоверностью, проблематичностью, в более широком смысле гипотезой можно назвать любое предположение, догадку или предсказание, основывающееся на предшествующем знании либо на новых фактах (иногда и на том и на другом одновременно). Во-вторых, гипотезой называют метод формирования объяснительных предложений, ведущий к установлению законов и принципов. С логической точки зрения гипотеза есть форма индуктивного рассуждения, в котором данные обеспечивают лишь вероятностное заключение. С лингвистической точки зрения гипотеза выражается в повествовательном предложении или символическом языке (в виде формул).

Гипотезы могут использоваться не только в рамках науки. По своей природе гипотеза в науке и обыденной жизни не различаются, научной гипотезу делает ее выдвижение в рамках науки. В научном познании гипотеза используется для объяснения фактов, а также для предсказания новых фактов. Она призвана объяснить весь круг явлений, для анализа которых выдвигается, должна по возможности не противоречить ранее установленным фактам. Если объяснение без противоречия фактам не проходит, то выдвигаются гипотезы, вступающие в противоречие с ранее доказанными положениями. В науке к гипотезе часто предъявляется требование обладать свойством принципиальной проверяемости, то есть следствия из гипотезы должны быть доступны опытной проверке (практической или принципиальной). Например, Ньютон утверждал, что сила притяжения между двумя телами обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Это утверждение можно проверить путем измерения. Если с гипотезой согласуется любой набор фактов, то такая гипотеза бессодержательна. Ученые стремятся к созданию таких гипотез, которые были бы приложимы к возможно более широкому кругу явлений. Из гипотезы должны выводиться не только те явления, для объяснения которых она специально выдвигается, но и по возможности более широкий класс явлений определенной предметной области. Для ряда научных

дисциплин значима простота гипотезы – ее способность исходя из единичного основания описать более широкий круг различных явлений, не прибегая к искусственным и произвольным допущениям. Новая гипотеза не должна также противоречить старым, считающимся хорошо обоснованными.

Гипотеза – предположение о возможном законе, связи между явлениями. Ее достаточно сложно отличить от предположительного знания как приема научного познания. Гипотеза выдвигается специально для проверки, а предположение в проверке не нуждается, относительно него заранее известно, что оно – упрощение, нигде в реальности не выполняющееся. Гипотеза для объяснения какой-то группы фактов является интеллектуальным продуктом ученого, в ее создании велика роль интуиции и творческого полета мысли. Даже совершенная компьютерная программа на базе представленных фактов не выдаст в виде результата гипотезу.

Каждая гипотеза верна только в определенных пределах. Одной и той же группе фактов может соответствовать несколько гипотез. Ученый никогда не может быть уверен, что в его распоряжении имеются все факты, относящиеся к данной гипотезе. По мере появления новых знаний даже в кажущуюся хорошо обоснованной гипотезу приходится вносить поправки. Например, для Ньютона свет – это поток крошечных частиц. Однако не во всех наблюдениях свет ведет себя в соответствии с такими представлениями, особенности распространения света, явление интерференции объяснимы, если представить свет как волновой процесс. Позднее Максвелл показал, что свет можно представить как волновое возмущение электромагнитного поля. Распространение света можно было полностью объяснить на основе волновой концепции. Однако Эйнштейну удалось показать, что есть одно явление, несовместимое с данной концепцией – так называемый фотоэлектрический эффект (если направить свет на металлическую поверхность, из ее атомов будут выбиваться электроны). Оказалось, что при распространении света он ведет себя как волна, но как только он начинает взаимодействовать с материей, он проявляет корпускулярные свойства (от лат. *corpusculum* – частица).

Распространено представление о развитии науки через отрицание старых идей и создание новых, однако с точки зрения реальной истории науки эти представления следует считать упрощенными. Старая гипотеза не разрушается абсолютно, элементы старой гипотезы включаются в новую, которая должна объяснять в том числе и факты, которые охватывала старая гипотеза. Именно этому требованию часто не отвечают гипотезы, выдвинутые во вненаучных сферах.

Большинство научных гипотез становятся теориями. Различие в понимании терминов «гипотеза» и «теория» не всегда проводится последовательно. Возможно выделить ряд требований, при соответствии которым гипотеза становится теорией:

- осмысленность – операциональная определяемость входящих в теорию понятий;
- непротиворечивость – логическая согласованность принимаемых в теории высказываний;

- верифицируемость – возможность сравнения высказываний теории с опытом;
- подтверждаемость – соответствие теории фактам с заданной степенью точности;
- экстраполируемость – способность к обобщению за пределами того опыта, на основе которого она первоначально основывалась;
- адаптивность – способность путем каких-либо модификаций объяснять новые факты;
- потенциальная фальсифицируемость – существование таких метаопределений, которые однозначно указывают, в каких случаях теория расходится с опытом.

Для ученого любая концепция, полученная на основе эмпирических данных, есть теория, хотя, конечно, какие-то теории наука признает лучше обоснованными, чем другие. Например, представление о том, что динозавры вымерли в результате последствий падения на Землю астероида, рассматривается как гипотеза.

Теория – наиболее развитая форма научного знания, представляющая целостное отражение существенных связей в конкретной предметной области. Теория систематизирует и объясняет результаты исследования предметной области, полученные на эмпирическом уровне.

Конечно, методы и средства, используемые в разных науках, не могут быть одинаковыми. Специфика используемых методов и средств познания определяется уровнем развития науки в целом, а также зависит от особенностей предметных областей наук.

Каждая научная дисциплина стремится к выполнению функций описания, объяснения и предсказания в рамках конкретной предметной области.

Описание – этап научного исследования, состоящий в фиксировании данных эксперимента или наблюдения с помощью принятых в науке определенных систем обозначения. Описание проводится средствами обычного языка или специальных средств, составляющих язык науки (символы, таблицы, графики).

Объяснение – этап научного исследования, связанный с выявлением, раскрытием связей между объектами объяснения (явлениями, событиями) и другими объектами. Поиск необходимых связей между явлениями требует обращения к теории как к инструменту объяснения необходимых связей. Объяснение единичных явлений (событий, классов событий) предполагает установление законов, позволяющих представить данный факт как частный случай закономерности; а объяснение законов предполагает построение теорий, в пределах которых данный закон выводим из более общих положений и принципов. В обоих случаях процедура объяснения опирается на представление объекта как элемента более общей системы понятий, принципов, положений. Некорректно рассматривать объяснение как сведение объекта объяснения к

тому, что уже объяснено, так как принципы, лежащие в основе объясняющих положений (теорий), сами по себе не всегда могут быть объяснены. В любой теории есть положения, объяснение которых выходит за пределы этих теорий.

Реальные процессы объяснения имеют широкий арсенал средств и не сводимы к принципу дедукции. Например, объяснение в форме интерпретации не ориентировано на раскрытие сущности предметов и явлений. Интерпретация – объяснение смысла различных терминов, положений с помощью их перевода на привычный язык. Интерпретационное объяснение широко применяется в абстрактных разделах математики, где затруднена трактовка соотношений формулы с помощью образов реальной действительности.

Научное **предсказание (предвидение)** – это определение и описание на основе законов явлений, которые существуют, но не изучены в данный момент и (или) не могут возникнуть в будущем. Предсказание в науке не ограничивается областью единичных явлений и событий, выполнение функции предсказания в науке касается и предсказаний законов на основе существующих теорий. Основания прогноза (суждения о состоянии какого-либо объекта или явления в будущем) необязательно могут быть причинными (то есть такими, в которых положение о начальных условиях фиксирует причинусказываемого объекта, а закон является причинно-следственным). Для многих наук выполнение функции предсказания ограничено в силу сложности исследуемого объекта, принципиальной недостижимости дедуктивного характера знаний.

Подводя итог общему обзору характеристик науки, отметим, что для определения науки недостаточно указать на какое-либо одно существенное отличие, необходимо указать на совокупность особенностей как одной из форм духовного освоения действительности.

Отличия науки от других сфер человеческой деятельности

Предмет науки	События, процессы, объекты, мир объективный и субъективный
Главная цель	Получение знания
Конечный продукт	Систематизированное знание, обоснованное знание, intersубъективное знание, стиль научной рациональности, методы, приборы, методики сбора и обработки информации
Специфика деятельности	Наука есть социальный институт
Методы (общенаучные)	Эмпирическое познание: наблюдение, эксперимент. Теоретическое познание: гипотеза, теория
Средства научного познания – язык науки	Определенность используемых понятий и терминов, стремление к четкости и однозначности утверждений, к строгой логичности
Функции науки	Описание, объяснение, предсказание

Каждый из критериев, взятый отдельно от других, не позволяет однозначно провести грань, отличающую науку от ненауки (религии, мифологии, искусства, обыденной жизни). Например, претензия на те же функции описания, объяснения предсказания относительно объективного и субъективного мира могут быть отнесены к религии как способу освоения действительности, также использование методов не гарантирует размышления в рамках науки, или же характеристики, присущие научному языку,

могут быть средством познания в ненаучных сферах. Для определения науки необходимо обратить внимание на совокупное проявление указанных особенностей.

Следует иметь в виду, что предложенная схема характеристик науки как формы духовного освоения действительности носит учебный характер и отражает все особенности современной развитой формы научного знания. Не следует без поправок распространять ее на все научные дисциплины, применять без учета истории научного познания. Схему необходимо уточнить с точки зрения специфики проявления особенностей науки в историческом контексте, а также исходя из различий естественно-научных и гуманитарных дисциплин.

Важно выявить структуру науки как целостной сложной формы знания. Эту задачу решает классификация наук. Классификация научных дисциплин осуществляется на основе определенных принципов, их выработку пытались осуществить многие мыслители. Еще Аристотель все знание в зависимости от сферы его применения разделил на три группы: познание ради познания, познание, дающее руководящие идеи для поведения человека, и познание ради достижения прекрасного. Первую группу он, в свою очередь, разделил по его объекту на три области: метафизику, математику, физику. Ф. Бэкон в соответствии со свойствами человеческого интеллекта разделил знание тоже на три части: историю (память), поэзию, искусство вообще (воображение), философию (рассудок). Бэкон считал, что науки, изучающие мышление, являются ключом ко всем остальным наукам, поскольку содержат в себе «умственные орудия». Т. Гоббс поставил геометрию во главе дедуктивных наук, а физику – во главе индуктивных. Гегель положил в основу принцип развития, иерархии форм знания и выделил логику (как учение о бытии, о сущности, о понятии), философию природы (механика, физика, включая и изучение химических процессов, и органическая физика) и философию духа. Г. Спенсер разделили все науки на абстрактные (логика и математика), конкретные (астрономия, геология, биология, психология, социология) и промежуточные, абстрактно-конкретные (механика, физика, химия). О. Конт разработал классификацию наук по степени уменьшения их абстракции: математика (как чистая наука о формах), далее физика, химия, психология, далее науки, принимающие во внимание некоторые общие признаки (ботаника, физиология, социология, общая политическая экономия), и конкретные науки, направленные на отдельные понятия. Ф. Энгельс, опираясь на представление о формах движения материи (от высшей к низшей – механическая, физическая, химическая, биологическая, социальная), выделил соответствующие науки: механика, физика, химия, биология, общественные науки.

Разделение наук на науки о природе и науки о культуре введено в конце XIX – начале XX в. В. Виндельбандом и Г. Риккертом. Они выделили науки номотетические и идеографические, обратив внимание на то, что наука имеет два принципиально различных способа обращения с действительностью, то есть два способа образования понятий и подведения под понятия предметной реальности.

Первый способ реализуется в науках о природе. Они сосредоточены на познании

общего, познании закона. Естествоиспытатель стремится к обобщениям, отвлекаясь от частного, метод который он использует называется генерализирующим (номотетическим). Он создает особый теоретический мир общих понятий, подчиняющийся логическим законам. Неокантианцы указали на действительную черту познания, ученый, не имея реальной возможности познать абсолютно все, вынужден выбирать типические явления. Другой способ образования понятий реализуется в науках и культуре. Филолог, историк, искусствовед, правовед, а также представители гуманитарных наук сосредоточены на исследовании индивидуального события в его своеобразии. Такой метод называется индивидуализирующим (идеографическим). Однако в гуманитарных науках одного признака – выделение индивидуального недостаточно, его надо дополнить еще одним принципом – отнесением к ценностям. Таким образом, в гуманитарных науках предметом исследования становится не любое индивидуальное событие, а событие, обладающее ценностью, то есть выражающее отношение человека к миру посредством установок, императивов и запретов, выраженных в форме нормативных представлений. В сфере гуманитарного знания реальность выступает как континуум событий, обладающих ценностью, предметом исследования являются не вещи, а события, имеющие статус ценности.

Филолог и философ Г. Гачев определил гуманитарное знание как знание, занимающееся «человеком, его психикой, материальной и духовной культурой, обществом людей. Это есть самосознание человечества, исполненное сократовской заповедью: «Познай самого себя», есть рефлексия внутри человека и в построенный им искусственный мир культуры» [3]. Несколько иначе, сделав акцент на языковой специфике человеческой реальности, определил гуманитарные науки М. М. Бахтин: «Гуманитарные науки – науки о человеке в его специфике, а не о безгласной вещи, ее естественном явлении. Человек в его человеческой специфике всегда выражает себя (говорит), то есть создает текст (хотя бы и потенциальный). Там, где человек изучается вне текста и независимо от него, это уже не гуманитарные науки...» [4]. С этим определением созвучно определение Э. Кассирера о том, что символ есть ключ к природе человека, а человек — *animal symbolicum* (животное, создающее символы) [5].

В настоящее время классификации наук проводятся по самым различным основаниям: по предмету можно выделить науки о природе (естествознание), науки об обществе (социогуманитарные науки). Отдельную группу составляют технические науки.

Предметом данного исследования являются концепции естествознания. В понятии «естествознание» сочетаются два слова «естество» («природа») и «знание», его менее употребительным синонимом является термин «природоведение» (от древнеславянского «веды» – знание). Широко распространены два основных определения понятия «естествознание». Одно исходит из понимания естествознания как особой, отдельной науки о природе как едином целом. При этом подчеркивается единство природы как таковой, ее нерасчлененность. Целью естествознания в таком случае выступает поиск единого основания, на котором построено бесчисленное

разнообразие предметов и явлений природы, и основных законов, связывающих микро- и макромиры. Во втором случае естествознание представляет собой множество наук, совокупность наук о природе, основными из которых являются физика, химия, биология.

Сопоставим подробнее естественно-научные и гуманитарные дисциплины; обратите внимание, предлагаемая далее схема нуждается в дальнейшем уточнении и поправке на переход в XX в. от классической к неклассической науке.

Предметом изучения естествознания являются неживая и живая природа. Предмет изучения физики и химия – неживые объекты, а также их превращение и изменения. В классическом естествознании предметом исследования были неразвивающиеся объекты, трактуемые как механизмы. Проблема возникновения механизма фактически не ставится, его появление рассматривается как сборка или самосборка из элементов. На определенном этапе развития естествознания физика и химия были сосредоточены на раскрытии механизмов функционирования объектов, вопрос о происхождении объектов мог ставиться и решаться независимо от раскрытия структурных и функциональных закономерностей. Из теории Канта-Лапласа не следует теория Ньютона, а расчет движения планет не предполагает знания об их происхождении.

Совокупность наук о живой природе имеет предметом рассмотрения живые организмы. Термин «организм» употребляется здесь в двух аспектах: в узком – как синоним «особи», в широком – как любая система, в которой части определены целым, например в таком смысле употребляют выражение «биосфера есть единый организм». При исследовании организмов в науке обязательно рассмотрение их как возникающих, претерпевающих становление и погибающих.

Различия в предмете естествознания (различия между механизмами и организмами) создают различные возможности для **математизации знания**. С предметной точки зрения математика не может быть названа естественной наукой, поскольку она не занимается изучением каких-либо объектов или явлений реального мира, она изучает математические объекты, которые могут иметь прообразы в действительности. В основе математики лежат аксиомы, сформулированные человеком. Вопрос о том, выполняются ли эти аксиомы в реальности или нет, может не входить в сферу интереса ученого (например, допускается построение и существование нескольких геометрий, основанных на несовместимых друг с другом системах аксиом). В математике важна строгость операций, осуществляемых на основе аксиом и теорем. В отличие от этого для естествоиспытателя важен вопрос о соответствии теоретических построений реальности. Свойства реальных объектов приближенно соответствуют аксиоматике того или иного раздела математики (например, положение небольшого тела можно приближенно описать, задав три его координаты, совокупность которых можно рассматривать как вектор в трехмерном пространстве). При этом ранее доказанные в математике утверждения (теоремы) оказываются применимыми к таким объектам.

Если природа рассматривается как совокупность механизмов и движение трактуется как пространственное перемещение, его природа легко описывается с позиций

математики. В классической науке физический процесс связывается с измерением пространства и физический закон представляет собой фактически математическую связь величин, из которых, по крайней мере, одна обязательно производна от измерения пространства.

В естествознании объекты часто предстают в виде совокупности по-разному организованных отношений и функций. Математика рассматривается как средство постижения так понятой реальности. На определенном этапе развития естественно-научных дисциплин неизбежно происходит их математизация, результатом которой является создание логически стройных формализованных теорий и дальнейшее ускоренное развитие дисциплины. В ходе дальнейшего развития науки математика, количественные методы которой фактически приравниваются к методам формализации, ведет к логико-теоретическому воспроизведению реальности. Математика играет роль очень лаконичного, экономного и емкого языка, термины которого применимы к внешне совершенно разнородным объектам окружающего мира (вектором можно назвать и совокупность координат точки, и характеристику силового поля, и компонентный состав химической смеси, и характеристику экономико-географического положения местности).

Все процессы в рамках механической картины мира сводимы или к пространственным перемещениям, или к перекомбинации известных элементов с известными свойствами (в химических реакциях происходит перекомбинация известных атомов). Следствием акцентированного внимания на пространстве при трактовке исследуемых объектов как механизмов является абсолютизация движения. Примером абсолютизации является использование в механике в качестве движущегося объекта так называемой материальной точки (тело, не имеющее геометрических размеров, но обладающее массой). Представление о материальной точке есть модель реального мира, при решении конкретных задач в механике форма тела несущественна. Например, при решении задач типа «Из пункта А в пункт Б вышли два поезда» несущественно, какой путь прошел головной или последний вагон поезда. Или, например, Землю и Солнце можно считать материальной точкой, при изучении движения размерами этих небесных тел можно пренебречь. Материальная точка – идеальная конструкция, которая дает возможность исследовать движение само по себе. При решении задач на сложение скоростей в классической науке происходит отвлечение от различий между движущимися объектами, если все они рассматриваются в качестве средств передвижения. Таким образом, в естествознании объекты представляются в виде совокупности по-разному организованных отношений и функций. Математика, ориентированная на количественные параметры, дополняет качественные подходы.

Долгое время считали, что одни сферы (немногие) действительно поддаются количественному выражению, другие – нет. Математические методы применимы для объектов и явлений, обладающих качественной однородностью. Чем более сложными и качественно различными являются природные объекты, тем труднее их сравнивать количественно, тем труднее они поддаются математизации. Однако математика быстро преодолела рамки фрагментарного использования, стала применяться в большинстве

научных дисциплин. Математизацию стали рассматривать как синоним или показатель высокого уровня развития науки. Можно выделить несколько направлений математизации естествознания [6]: количественный анализ объектов и количественная формулировка качественно установленных фактов и законов конкретных наук; построение математических моделей; построение и анализ конкретных научных теорий, их языка.

Обратим внимание на ограничения применения математики в той части естествознания, которая рассматривает объекты мира как организмы. Это ограничение вызвано трактовкой процессов движения. Сами по себе математические методы могут применяться, но они играют вспомогательную роль. Живое движется и в том смысле, как движется механизм, но специфика жизни при этом не раскрывается, поскольку движение живого есть развитие объекта, изменение его самого, а не перемещение организма в пространстве. Органическое развитие резко отличается от механического перемещения тем, что в процессе движения живого возникает нечто новое, в развивающемся организме появляются новые характеристики. Абсолютизация движения как такового при исследовании организмов не соответствует целям познания специфики жизни, обязательно требуется указание на то, какой именно объект развивается (особь, популяция, биоценоз и т. д.). Такое понимание сущности движения ограничивает применение математики. Сами математические методы могут успешно использоваться, но они играют второстепенную роль. При обращении к живому основной познавательный прием в установлении общих черт развития – сравнительный подход.

Различны не только трактовка движения, но и трактовка его причин. С позиций механицизма причина, приводящая различные объекты в движение, рассматривается как действие различных сил, как изменение уровня энергии. С позиции организма в качестве причины развития живых организмов рассматриваются разные формы энергии живого (например, по В. И. Вернадскому – геохимическая энергия) или силы внутри живого (например, естественный отбор).

Обратим внимание на интерпретацию времени. Время непрерывно связано с изменчивостью и фактически выступает мерилем движения. Если с позиций механицизма движение – это пространственное перемещение, то время с этих позиций оказывается жестко связанным с пространством. Если время – одна из пространственных характеристик, то по оси времени можно перемещаться, как в пространстве – законы классической физики симметричны относительно времени, они выполняются независимо от шкалы исторического времени. Несомненная математическая связь пространства и времени в физике дает возможность создания математических, физических гипотез мира.

Возникновение новизны как сущностной характеристики живого не допускает сугубо количественной интерпретации. С позиции органицизма движение есть развитие, изменение самих объектов, а это процесс собственно временной, а не пространственный. Живые объекты изменяются непрерывно, поэтому возникают

представления о специфике протекания временных процессов в живом, время переживается живыми существами. В отличие от физического мира для живого настоящее в равной степени детерминированно и прошлым, и будущим, возможно, даже больше будущим (М. Хайдеггер говорил, что в настоящее вступает именно будущее, а не прошлое). Физический мир будущего предсказуем на основе прошлого в силу симметричного действия физических законов. Для организма отношение между временами выглядит много сложнее.

В гуманитарных науках пространство и время событий в значительной степени определяются ценностями, зависящими от выбора исследователя – психологическое время, историческое пространство.

Обратите внимание, что в одной и той же науке могут быть использованы различные методологические ориентации. Хотя механицизм господствует в физике, а историцизм – в истории, их нельзя считать жестко связанными со своими науками. Важно, что различные методы в значительной степени независимы. История может быть рассмотрена с позиции организма, т. е. социальная и общественная жизнь могут быть связаны в аспекте ее целостности, где каждая часть детерминирована целым. Так рассматривали историю Н. Я. Данилевский, Л. Гумилев, А. Тойнби. Причем Л. Гумилев говорил, что развиваемые им взгляды являются естественно-научными, а не гуманитарными. Основанием для использования метода является его прогностичность. Например, в Новое время ориентация на механицизм позволила в короткое время создать теоретическую механику с развитой и совершенной на то время картиной мира.

Естественно-научные и гуманитарные дисциплины: черты сходства и различия

	Естественно-научные дисциплины		Гуманитарные дисциплины
	физика, химия	биология	история, языкознание
Предмет исследования	Объекты (отношения и функции)		События, обладающие ценностью
Роль математизации	Механизмы	Организмы (особь или целостность)	Используется ограниченно
Движение	Очень высокая	Играет вспомогательную роль	Любое событие
Пространство	Пространственное, перекомбинация известного	Процесс возникновения новизны (рождение, изменение, гибель)	Историческое (неоднородное, несимметричное)
Время	Физическое (однородное, симметричное)		Мера длительности (вчера – сегодня – завтра)
Преобладающий метод	Мера движения; пространственный процесс ("теперь")	Механицизм	Органицизм
		Органицизм	Историцизм

В современных условиях новое значение обретает вопрос о соотношении естественно-научного и гуманитарного знания. Обсуждение социально-философских проблем развития науки и опирающейся на нее технологии продемонстрировало то, что

естественные науки оказались существенно обедненными при изъятии из них гуманитарной, ценностной компоненты. С другой стороны, гуманитарные построения стали испытывать экспансию со стороны естественно-научных дисциплин, связанную с попытками синтезировать различные пласты знаний о человеке. Сближение гуманитарного и естественно-научного знания, ценностная оценка развития науки особенно важны в современных условиях, об этом будет идти речь в последующих главах.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое естествознание? Какие естественно-научные дисциплины вам известны?

2. Какие функции выполняет математика по отношению к естествознанию? Укажите основные направления математизации науки. Почему разные отрасли естествознания не удается одинаково хорошо математизировать?

3. Как трансформируется в XX в. понимание проблем этики науки? Какие механизмы трансляции и поддержания этических норм использует научное сообщество? Проанализируйте их эффективность для интеграции научного сообщества и функционирования науки как социального института.

4. «Некоторые ученые рисуют картину мира науки как приводимую в действие своей собственной внутренней логикой и развивающуюся по своим собственным законам в полной изоляции от окружающего мира. В этой связи нельзя не отметить, что многие научные гипотезы, теории, метафоры и модели... формируются под влиянием экономических, культурных и политических факторов, действующих за стенами лаборатории. Я отнюдь не утверждаю, что между экономическим и политическим строем общества и господствующим научным мировоззрением, или «парадигмой», существует тесная параллель. Еще в меньшей степени я склонен считать, как это делают марксисты, науку надстройкой над общественно-политическим базисом. Вместе с тем было бы неверно рассматривать науку как своего рода независимую переменную. Наука представляет собой открытую систему, которая погружена в общество и связана с ним сетью обратных связей. Наука испытывает на себе сильнейшее воздействие со стороны окружающей ее внешней среды, и развитие науки, вообще говоря, определяется тем, насколько культура восприимчива к научным идеям» [\[7\]](#). Со всеми ли суждениями О. Тоффлера можно согласиться? Проиллюстрируйте свою мысль примерами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. В науке различают два уровня исследования: А) эмпирический и теоретический; Б) чувственный и логический; В) интуитивный и рациональный; Г) гуманитарный и естественно-научный.

2. В тех случаях, когда в науке поставлена задача исследования естественного функционирования или естественного поведения объекта, используется метод: А) эксперимента; Б) наблюдения; В) любой из эмпирических методов; Г) выбор метода зависит от решения конкретного ученого.

3. К гуманитарным дисциплинам относятся: А) биология; Б) физика; В) искусство; Г) языкознание; Д) иностранный язык; Е) история; Ж) география.

4. Как называется научное заключение о предстоящем развитии или исходе какого-либо процесса, основанного на специальном исследовании? А) анализ; Б) синтез; В) прогноз; Г) объяснение.

5. Каждая из естественно-научных дисциплин имеет целью: А) описание некоторой целостной предметной области; Б) объяснение эмпирических фактов некоторой целостной предметной области; В) предсказание новых фактов некоторой целостной предметной области; Г) решение всех фундаментальных принципов существования природы; Д) выявление высших законов существования мироздания.

6. Какие из нижеперечисленных характеристик являются общими для науки и религии: А) является способом духовного освоения мира; Б) опирается на мистический опыт и интуицию; В) является социальным институтом; Г) формирует особый язык описания мира; Д) имеет предметом мир объективный и субъективный; Е) использует метод эксперимента.

7. Найдите ошибку в характеристиках, общих для науки и искусства: А) является способом духовного освоения мира; Б) опирается на интуицию; В) является социальным институтом; Г) формирует особый язык описания мира.

8. Научная революция – это: А) бунт научных работников против условий и оплаты труда; Б) глубинные преобразования способов познания; В) коренная перестройка промышленного производства; Г) преобразование государственных и административных структур.

9. Систематизированное знание о какой-либо предметной области называется: А) теорией; Б) дисциплиной; В) гипотезой; Г) эпистемой.

10. Способ достижения цели в процессе познания и освоения действительности называется: А) методом; Б) экспериментом; В) мышлением; Г) представлением.

11. Среди теоретических методов исследования отсутствует: А) логический; Б) исторический; В) экспериментальный; Г) дедуктивный.

12. Требование научного знания быть максимально полным, непротиворечивым, ясно выраженным представлением об основаниях систематизации называется: А) обоснованность; Б) интересубъективность; В) систематизированность; Г) логичность.

13. Укажите признак естественно-научных дисциплин: А) выражают единство

природы и общества; Б) допускают возможность толкований, противоречащих реальным свойствам объектов; В) исследуют неорганическую и органическую природу; Г) интересы и ценности субъекта познания сказываются на результатах исследований.

14. Что из перечисленного ниже характеризует особенности научного языка: А) определенность используемых понятий; Б) отсутствие ссылок на источник информации; В) широкое использование художественных приемов; Г) стремление к четкости и однозначности утверждений.

15. Парадигма – это: А) термин парапсихологии для обозначения неизвестных явлений; Б) образец решения проблемы в определенный период развития науки; В) отдельный метод научного исследования, используемый в теоретической науке; Г) перечень проблем, актуальных для фундаментальной науки в настоящее время.

ГЛАВА 2.

Историческое развитие наук о природе

В предыдущей главе мы выяснили, что предметом естествознания является природа. Однако непреодолимая многозначность этого слова, невозможность сформировать единое, обобщенное представление вне исторической привязки требуют обращения к истории знаний о природе. Задача этой главы – выявить особенности знаний о природе в культуре определенного исторического периода, прояснить, почему столь различны приемы и средства познания естества, почему столь разнообразны дисциплины, обращающиеся к природе. Кроме данной главы материал по истории науки будет представлен при освещении конкретных концепций в следующих главах.

Когда же возникла собственно наука? Представленные в литературе позиции по этому вопросу можно разделить на две основные исследовательские программы [\[8\]](#).

Первая программа подразумевает, что при анализе истории человеческого познания выделяются отличительные черты познавательной деятельности в разные исторические периоды, а впоследствии из выделенных черт отбираются те, которые могли бы служить критериями научности.

В русле этой программы сложилось несколько позиций по вопросу возникновения и развития науки.

- Наука возникает вместе с возникновением человеческого сознания. В этой позиции наука определяется как средство упрочения власти человека над природой. Наука отождествляется с познанием вообще, критерии того, что есть наука, предельно широки, и любое получение знаний может быть рассмотрено как результат научных усилий. Это единственная позиция, в которой зачатки науки не отличаются от зрелой науки. Такой точки зрения придерживаются представители антропологической школы в этнографии, ученые, отстаивающие национальную самобытность развивающихся стран.
- Наука возникла во время отделения сознания от действия с предметом, во время возникновения образного мифологического сознания. В такой трактовке возникновение науки связано со стихийным накоплением знаний в повседневном житейском опыте, вне привязки к какой-то конкретной культуре. Такова, например, позиция французского этнографа, создателя теории первобытного мышления К. Леви-Строса.
- Наука возникла с формированием раннеклассового общества, когда образуются первые мировые цивилизации и складывается письменность. При таком подходе решающий признак науки – возможность сохранения и передачи знаний с помощью письменности. С этой точки зрения науке приблизительно 5–6 тысяч лет, об этом писал, например, В. И. Вернадский.

- Наука возникла с разделением физического и умственного труда в эпоху рабовладения, со всплеском культуры античного греческого общества. Формирование науки связывается с появлением ориентации на обоснование знания, с утверждением самооценности познания, нацеленного на выяснение естественных причин, обладающего признаками систематичности, рациональности. В этот период формируются особые методы выдвижения, проверки и опровержения гипотез.

- Наука возникла в Средневековье с появлением идеи эксперимента в XIII–XIV вв., с распространением письменности и организацией первых форм образования.

- Наука возникла в XVII в., когда появился научный эксперимент, осознаны закономерности эмпирического и теоретического знания, созданы первые естественно-научные теории. В этот период сама научная деятельность приобрела черты социального института, и первыми учеными можно признать Н. Коперника, Г. Галилея, И. Ньютона.

Вторая программа идет противоположным путем: первоначально разрабатываются представления о том, что есть научное познание, какими свойствами оно обладает, и далее эти представления как бы накладываются на фактический материал истории человеческого познания.

Развитие познания носит непрерывный характер. Между наукой и донаучным знанием чисто количественное различие. (В наиболее радикальных концепциях отрицается различие между сознанием человека и психикой высших животных.) С этих позиций рубеж науки очень условен, он есть результат некоего соглашения исследователей. Этой границей может быть и «ум взрослого дикаря» (Спенсер), и античное сознание, и средневековый менталитет, и сознание Нового времени.

Наука порождается донаучным познанием через внезапный скачок, через деятельность героев-одиночек.

Существует резкое отличие научного и донаучного знания, во-первых, потому, что изменяются ряд фундаментальных принципов познания (в естествознание широко проникает математический метод, вырабатываются абстрактные объекты в теоретической механике, разрушаются иерархические представления о космосе и т. д.), во-вторых, в культуре в целом появляются новые социальные отношения, новые социальные факторы, способствующие развитию науки (политические права и свободы, распространение публичных дискуссий и духа соревнования, технологический и экономический прогресс и т. д.). «Каждый крестьянин обладает известным запасом знаний о растениях, но так как знания эти не приведены в систему, то они и не составляют науки. Стоит их систематизировать, и мы получим науку, правда, зачаточную, несовершенную, но все же науку. Таков именно был исторический путь развития всех наук» [\[9\]](#).

История познания есть процесс зарождения и смены определенных целостных познавательных образований. Такими целостными образованиями могут быть

парадигмы (Т. Кун), исследовательские программы (И. Лакатос), тематические понятия и гипотезы (Холстон). Существуют определенные фундаментальные философские идеи и методологические принципы, объединяющие научные теории в рамках определенного периода. В соответствии с этими идеями и принципами формируется определенный стиль мышления, с которым согласуются способы исследования и методы изложения результатов познания. В рамках этой позиции наукой может быть названа каждая из таких целостностей, вырабатывающая при своем возникновении особые признаки научности.

При изложении истории естествознания возникает задача отбора из колоссального массива фактов и событий того, что характеризует магистральный путь развития науки и одновременно отражает уровень конкретных представлений определенной эпохи. Историю науки нельзя свести ни к освещению истории отдельных отраслей, ни к истории формирования одних общенаучных представлений. Поэтому при ознакомлении с историей естествознания особое место мы уделим месту и роли естественно-научных концепций в культуре. Анализ исторического материала позволит нам сформировать представление о тех моделях познания, которые реализовались в культуре при попытках помыслить природу в качестве объекта научной мысли. При этом определенные сложности могут возникнуть при отделении науки от иных форм духовного освоения действительности, например науки от практического (технологического) познания. На ранних этапах развития науки и технологии связи между ними очевидны, в дальнейшем зависимость естествознания от запросов практической деятельности становится более скрытой.

В настоящее время обсуждаются две традиции изучения истории науки: презентизм – стремление рассказать о прошлом языком современности, и антикваризм – желание восстановить картины прошлого в их внутренней целостности, без отсылок в современность. Обе традиции имеют свои положительные и отрицательные стороны. Приведу пример: известно, что Христофор Колумб первый пересек Атлантический океан в субтропической и тропической полосе Северного полушария и первый из европейцев плывал в Карибском море. Он искал морской путь в Западную Индию и, как ему казалось, нашел его.

Укоренившееся в общественном сознании суждение о том, что Колумб открыл Америку можно считать презентистским, поскольку оно верно относительно современных представлений о Земле. Антикваристская точка зрения заключается в том, что Колумб открыл Западную Индию, это суждение адекватно описывает реальность исторического прошлого. То есть, если мы анализируем путь Колумба с точки зрения некоторого перемещения в пространстве, следует нанести на карту его маршрут и понять, где он побывал. Однако если мы интересуемся социально-культурным контекстом открытий Колумба как реального исторического лица, ставящего перед собой определенные цели, совершающего поступки и осмысливающего результаты, то целесообразно обратиться к антикваристской реконструкции. Представляется целесообразным при обращении к истории науки использовать сочетание презентистской и антикваристской позиций.

Донаучный уровень обращения к природе характеризует первобытную эпоху. В целом знания о природе в это время носят частный и сугубо утилитарный характер и передаются в виде традиции посредством мифа. Процесс познания еще не отделился от практики, не сформировались социальные формы организации познания.

История собственно науки свидетельствует о том, что в своем развитии естествознание прошло несколько этапов.

Подлинной колыбелью науки была античная Греция, культура которой в период своего расцвета (VI–IV вв. до н. э.) и породила науку. В истории философии этот период рассматривается как переход от мифологического, образного освоения мира к понятийному, логическому. К этому времени относят появление первых рациональных концепций об устройстве мира. Особенностью обращения к природе в этот период является объединение всех сведений в рамках философии. В рамках философии объединялись сведения и знания об отдельных природных явлениях, о жизни людей и истории человечества, о самом процессе познания. Грекам были известны многочисленные данные, составившие предмет изучения последующего естествознания. Греки обнаружили «притягательные» свойства натертого янтаря, магнитных камней, явление преломления в жидких средах и т. д. Однако вне философских представлений знания о природе не оформлялись. Элементы, предпосылки науки формировались в недрах другой духовной системы, они еще не выделялись в автономное, самостоятельное целое.

На этом этапе сформировались общие нерасчлененные, недетализированные представления об окружающем мире как о целостности. Мир в качестве объекта понятийного рассмотрения первых греческих мыслителей представал как целостность, подобный целостности живого организма и обусловленный универсальным законом развития и связи – Логосом (греч. *logos* – понятие или слово). Строение бытия, космоса, природы раскрывается по аналогии с устройством живого организма. В таком способе мысли нет места для разделения природного и общественного, отличие человеческого существования заключается в «степени» или «выраженности» подобия природе.

Понятие природы (греч. *physis* – фюсис) органично связано с понятием места (топос). Понятие «места» – нечто большее, чем пространство – локус (от лат. *locus*). Оно, как правило, имеет и временную определенность. Местность входит в природу населяющих ее существ, определяет их внешний вид и психический облик. Такой подход использован при классификации темпераментов Гиппократом, в этом же русле развивалась идея Платона о трех ступенях цивилизации: горной, предгорной и равнинной и соответствующих им формах государственного устройства. Платон отмечает, что по прошествии времени люди расселились, «разделившись по родам с определенным местопребыванием для каждого» [\[10\]](#).

На этом этапе возникли представления о мире как из чего-то произошедшем, развившемся из хаоса. Космос (греч. *kosmos*) – синоним астрономического определения Вселенной; часто выделяют так называемый ближний космос, исследуемый при

помощи искусственных спутников Земли, космических аппаратов и межпланетных станций, и дальний космос – мир звезд и галактик.

Проблемы устройства, происхождения, организации всего, что есть во Вселенной (в космосе), то есть все проблемы естествознания, первоначально относились к «физике» или «физиологии». Аристотель называл своих предшественников, занимавшихся этими проблемами, «физиками» или «физиологами», так как древнегреческое слово «физис» или «фюсис» по значению очень близко слову «природа» и первоначально означало «происхождение», «рождение», «создание». Философы-физики, по крайней мере по своим намерениям, были первыми естествоиспытателями.

В античной философии и науке природа («фюсис») мыслилась через противопоставление ее неприродному, искусству (греч. τεχνη – технэ). В соответствии с таким пониманием древнегреческая мысль строго различала науку и механические искусства. Физика рассматривала природу вещей, их сущность, свойства, движение, то, как они существуют сами по себе. Механика – искусство, это не познание того, что есть в природе, а изготовление того, чего в природе нет. Постигание природы дано античности лишь в умном созерцании, а не посредством технического эксперимента. Естествознание греков было лишено деятельностного, созидательного начала.

Основное содержание античных концепций – поиск первоначал, порождающих все сущее природы. Природа для античного мира есть то, что имеет причину своего существования в себе, имеет основание в себе, а не в божественном или человеческом законе. Первоначала философов (вода Фалеса, огонь Гераклита, воздух Анаксимена, число Пифагора и т. д.) и более развитые категориальные схемы Платона и Аристотеля одновременно и чувственны (мифологичны), и умопостигаемы, они нацелены на переход, порождение созерцаемого космоса из хаоса. Для Платона природа, то есть различные «воздухи, эфиры, воды и другие нелепости», была всего лишь бледным отображением высшей реальности. Достоинство изучения только совершенное. Платон с презрением говорит об Анаксагоре, который принадлежал к греческой школе «физиков», интересующихся природой. В это время были разработаны специальные интеллектуальные процедуры: рефлексия (поиск предпосылки, основания любого сущего) и доказательство (обоснование любого сущего через найденные основания).

Обратите внимание на то, что естествознание начинается тогда, когда сознание поднимается до уровня абстракции, позволяющей сформулировать вопрос: существует ли за многообразием вещей некое единое начало? В свою очередь, вопрос о субстанции стал возможен тогда, когда уровень мыслительного абстрагирования позволил сформулировать представление о процедуре обоснования знания. Формой такого представления и явились представления о процедуре математического доказательства. Для доказательства надо иметь принципы решения целого класса проблем определенного рода. Это значит, что мышление должно оперировать некими всеобщими логическими структурами. Не случайно Фалес Милетский вошел в историю науки одновременно как естествоиспытатель-философ, сформулировавший проблему субстанции мира, и как математик, сформулировавший идею математического

доказательства.

От представлений о том, что субстанция может быть текучей, изменчивой, становящейся (Гераклит), греческая мысль перешла к попыткам объяснить законы бытия соотношениями чисел (пифагорейцы). Мир целостен, гармоничен, в нем все взаимосвязано. И в то же время «мир есть число», значит, все числа, связанные между собой, и занятие математикой позволяют эти связи установить, прояснить их логическим доказательством. Начиная с Пифагора в истории культуры развивается установка на развитие математики как средства познания устройства мира.

В рамках элейской школы сформировались представления о том, что результатом человеческого познания является не одна, а две различные картины мира – чувства дают одну картину мира (знания по мнению *doxa*), а разум – другую (знания по истине *episteme*), причем эти картины мира могут быть принципиально противоположными (вспомните апории Зенона). Выход из противоречия попытался наметить Демокрит исходя из признания истинного бытия существующим и существующим как многое. Мыслить бытие как много можно, если ввести понятие о неделимости элементарных оснований бытия – атомов. Концепция атомизма (бытие и небытие как пустота, атом – непроницаемая, не воспринимаемая чувствами самостоятельная частица вещества; принцип детерминизма) сыграла большую роль в ориентации познания на изучение все более глубоких структурных уровней организации материи.

Большая роль в формировании дисциплинарной структуры науки принадлежит Аристотелю. Картина мира Аристотеля отличается тем, что космос иерархически организован, каждый слой обладает специфическими закономерностями, в каждой точке мира действуют свои законы. Современная физика строится на принципиально иной позиции – идее однородности и изотропности пространства и времени.

Итак, обращение к природе в **Античности** (IV в. до н. э. – III в. н. э.) характеризуется следующими чертами: мир трактуется как целостный, взаимосвязанный и гармоничный по всеобщему закону – Логосу, единому для вещей, людей и богов; природа есть то, что имеет причину своего существования в себе; преобладает созерцательный образ мысли о природе; умопостижение рассматривается как путь к истинному знанию; в рамках философии впервые разрабатываются и применяются методы рационального познания.

В эпоху **Средневековья** (конец V–XV вв.) движение мысли по поводу природы стало осуществляться в принципиально ином культурном пространстве. Оно формируется двумя взаимоисключающими мировоззренческими установками: античной и библейской мифологиями. Внутри античного космоса время дано в модусе пространственности: учение о вечном возвращении отнимает у времени свойство необратимости и придает свойство симметрии, мыслимое только в пространстве. Внутри библейского мира пространство дано в модусе временной динамики – какместилище необратимых событий, мир есть история, поток временного свершения.

Познавательный процесс не прекратился, он изменил свое направление. В

средневековом сознании над познавательнo-рациональнoм отношением к миру доминировало ценностно-эмоциональное. В средневековом мировоззрении путь к истине лежит не через умосозерцание, как в античности, а через особый поступок – акт веры. Познавание истины – не интеллектуальное усмотрение устройства мироздания, а открытие для себя фундаментального различия добра и зла. Поэтому изучение природы – дело второстепенное, производное от понимания истины откровения. Знание рассматривалось не как главная цель духовной деятельности, а как ее побочный продукт. Религиозное удвоение мира в сознании на земной и небесный предполагало возможность приобщения к миру «по ту его сторону».

Целью познания объявляется отношение души к Богу. Познавать способен только тот, кто проник в суть божественного творения, всякий познавший отношение своей души к Богу – знал все. Соответственно не познавший отношение души к Богу вообще ничего не мог знать. В этой ситуации частичному, незавершенному или неисчерпывающему знанию нет места, знание либо должно быть универсальным, либо никаким.

Средневековое познание природы отличается телеологичностью объяснений (телеология – учение о цели и целесообразности всего сущего). Например, Иоанн Златоуст так определяет целостность живого организма и связь между его частями: «Если глаз увидит змия или зверя, обманет ли он ногу? Не даст ли тотчас знать ей об этом, чтобы она, узнавши это от него, шла осторожно? Точно так же, когда ни глаз, ни нога не имеют средств узнать вредного яда, но все будет зависеть от обоняния, ужели обоняние солжет устам? Никак. А почему? Потому что в таком случае оно погубит и себя... А язык разве обманет желудок? Не выбрасывает ли он того, что находит противным и не глотает ли приятного? Вот каков взаимный обмен услуг между членами тела...» [\[11\]](#)

Религиозная догматика требовала незыблемости основополагающих доктрин, по крайней мере в принципе, подозрительного отношения к новизне и нововведениям. Если можно предположить что-то определенное, так это то, что могло найти свое подтверждение в прошлом. Знание оказывалось мозаикой цитат, ссылок на авторитеты. К авторитетам прибегали в той мере, в какой они не противоречили собственным воззрениям: «У авторитета нос из воска, то есть его можно повернуть в разном смысле» (Алан Лилльский). Новшество считалось грехом, изобретать – это безнравственно.

В этой познавательной ситуации слово выступало в роли конституирующего принципа бытия любого предмета. Познавание оказывалось особого рода деятельностью с «языковой внешностью» вещи и «символической внутренностью» – смыслами, обнаруживаемыми в процессе истолкования (прояснения отношения данного материального предмета к божественному скрытому миру). Вещь предстает как результат не порождения по природе, а вещания. Мыслить означало открывать вечно скрытые значения, священнодействовать. Природа виделась огромным хранилищем символов: элементы различных природных классов – минералы, растения, животные – все это символы. Например, у цветов и камней символический смысл часто совмещался с их благотворными или пагубными свойствами. Страус, откладывающий яйца в песок

и забывающий их высиживать, был символом грешника, не помнящего долга перед Богом; навозный жук – символом еретика, источающего зловоние и откладывающего яйца (за них принимали навозные шарики), обозначающие нечистые мысли и ереси.

Таким образом, в средневековом мышлении восприятие природы распадалось на предметную и символическую составляющие. Познавательный акт был направлен не на выявление объективных свойств предметов посюстороннего мира, а на осмысление их символических значений. Модель мышления, используемая в данный период в силу указанного выше обостренного интереса к слову, может быть названа семиотической.

Неизбежность символизации связана с тем, что для средневекового мира несвойственно то, что мы называем научным фактом. Значение имеет не факт, а его символический смысл, его место в контексте мировоззрения. Вещь, как порожденная словом, не имеет источника существования в себе, без деятельностного присутствия Бога она мертва. Природа есть сфера созданная, творимая и поддерживаемая божеством, абсолютно зависящая от него, своими объектами природа реализует его волю во всем, в том числе и в отношении воздействия на людей, их судьбу, социальный статус, жизнь и смерть.

Познавательная деятельность в эпоху Средневековья оказывается связанной с оккультизмом – общее название ряда учений, признающих наличие в природе и человеке тайных сил, доступных только посвященным, тем, кто обладает мистической интуицией. Центральная идея оккультизма – учение о единстве микро- и макрокосмоса, внутреннего мира человека и всей природы. По мнению оккультистов, природа должна отзываться на любое действие человека, поэтому так распространены заговоры, привороты, колдовство. В средневековой Европе наибольшее распространение получили две формы оккультизма – герметизм и каббала. Герметизм – магическое, оккультное учение, восходящее к египетскому жрецу и магу Гермесу Трисмегисту [\[12\]](#). Каббала – учение о магическом значении символов, ритуалов и текстов. В их основе лежит общемировоззренческая установка сознания: Человек – Бог, способный не только до конца познать природу, но и магически воздействовать на нее, преобразовывать ее в соответствии со своими интересами, своими целями.

Поэтому природа в средневековом мировоззрении рассматривается как прах, лишенный жизни. Бог сотворил мир из ничего, согласно христианской догматике, актом своей воли, его всемогущество продолжает сохранять и поддерживать бытие мира. Такое мировоззрение носит название креационизма. Не случайно возникающая на излете Средневековья наука усваивает в качестве предпосылки представление о природе как о некоем бездушном средстве, инструменте, реализующем внешнюю для себя цель.

Особое понимание Бога как вынесенного за пределы мира и природы определяет специфику позиции наблюдателя, познающего субъекта. Эта позиция как бы в зародыше содержит принцип объективности – фундамент науки Нового времени: «Описание объективно той мере, в какой из него исключен наблюдатель, а само

описание произведено из точки, лежащей вне мира, т. е. с божественной точки зрения, с самого начала недоступной человеческой душе, сотворенной по образу Бога» [13]. Христианское мировоззрение, дистанцируя субъект и бытие, само по себе дало возможность помыслить природу как суверенную по отношению к познающему субъекту и в этом смысле как объективно ему данную. Эта возможность начинает оформляться в идее гармонии веры и человеческого разума, в концепции двух истин.

В конце Средних веков европейское человечество захватили две идеи – возрождение классической древности и вызванное эпохой Великих географических открытий расширение географических представлений. Этот великий духовный переворот был подготовлен расцветом городской жизни, распространением наборного книгопечатания (И. Гутенберг).

Характеристики средневековых знаний о мире следующие: ценностно-эмоциональное отношение к миру доминировало над познавательно-рациональным; путь к истине – акт веры, связанный с различением добра и зла; познание природы символично; объяснения имели телеологический характер; природа трактуется как средство, реализующее внешнюю для себя цель.

Само название следующей исторической эпохи, переходной от Средневековья к Новому времени (XIV–XVII вв.), – **Возрождение** – указывает на возвращение к античным образцам духовной культуры. Мировоззренческая революция **Ренессанса**, исповедуя идеал гуманизма, выдвинула на первый план отношение человека к природе, при этом отношения человека к Богу и самому себе стали выступать как производные. Ренессанс преодолел дуализм земного и небесного миров. Все связано со всем и все взаимопроникает во все, следовательно, все (не только Бог) достойно быть предметом познания. Вера в божественный произвол, которому мир обязан своим существованием, и телеология как учение о божественной целесообразности всего сущего подвергаются сомнению. Не только все может быть предметом познания, но и все точки зрения о предмете имеют право на существование, включая и те из них, которые содержат новации. Новаторское отношение к миру выдвигает вперед познавательную составляющую сознания.

В контексте деятельности экспериментирующих художников эпохи Возрождения (например, Леонардо да Винчи (1452–1519)) происходит отождествление понятий «познание истины» и «исследование природы». «Ренессансу несвойственен ограниченно-деловой подход к знанию. Знание неизменно торжественно и значительно. Ибо оно – не частное и прикладное, а приобщение к подлинно человеческому и, следовательно, божественному. Средневековье дорожило знанием священного, Возрождение – священным знанием» [14]. Необычный феномен – сплав познания, ремесла и художественного творчества начинает быстро гаснуть. Целостность распадается на изолированные культурные атомы деятельности – науку и искусство.

К специфическим чертам научного мышления Нового времени (с XV в. по начало XIX в.) относятся нацеленность на объективность, опора на опыт, широкое

использование математического языка, отказ от аксиологической (ценностной) ориентации в познании физического мира. По Г. Галилею человеческий разум равен божеству, но не по широте, а по глубине проникновения в предмет. В это время впервые разрушается уверенность человека, свойственная Средним векам и Возрождению, что он – «чудо природы», «любимое дитя Бога». В середине XVII в. человек осознает, что он всего лишь человек, противостоящий огромному миру, бытие распадается на два уровня – «бытие в себе» (Бог и природа) и «бытие для нас». Причем были распространены представления о том, что Бог, наделив мир неизменными законами, больше не вмешивается в существование мира (учение деизма).

Складывается такой тип сознания, в котором на передний план выходят потребности в накоплении не столько релятивизированных ценностей, сколько объективного знания о мире. Именно в это время меняются представления о целях, задачах, методах естествознания. Наука стала рассматриваться в качестве способа увеличения благосостояния и обеспечения господства человека над природой. Ф. Бэкон выдвинул знаменитый афоризм «Знание – сила». Р. Декарт указывал, что «...познание делает нас хозяевами и обладателями природы» [\[15\]](#).

Формируется убеждение, что предметом естественно-научного познания являются природные явления, полностью подчиняющиеся механическим закономерностям. До начала XIX в. предполагалось, что все явления природы и общественной жизни объективно закономерны и причинно обусловлены (идея детерминизма, четко выраженная П. Лапласом (1749–1827)). Было выработано понятие объективных законов природы как существенной связи явлений, знание которых позволяет целенаправленно преобразовывать природу. Получают распространение идеи абсолютности пространства и времени, высказанные И. Ньютоном (1643–1727), абсолютность понимается как независимость их друг от друга и от движения материальных тел.

На этом этапе преобладали эмпирические знания (полученные путем опыта, эксперимента). Следует оговориться, что отличие теоретического знания от эмпирического нельзя абсолютизировать, отличие относительно, так как любой эксперимент всегда осуществляется по каким-то теоретическим соображениям, ставится по плану. Преобладание эмпирических знаний было закономерным, так как накопление фактов всегда предшествует объяснению и обобщению, а, кроме того, познание для нас есть процесс в том числе понимания структуры объектов.

В предметном окружающем мире стали выделять частности, исследование природных объектов происходило как вширь, стремясь к все более полному охвату разнообразных природных объектов, так и вглубь, к все более глубокому проникновению в детали. Эти процессы привели к неудержимой дифференциации (разделению, расчленению, дроблению) соответствующих наук.

При этом события, происходящие в разных сферах бытия, рассматриваются как вызванные действием внешней причины. Бытие элементов природной машины задается набором пространственных и временных координат. Природа, рассмотренная

сквозь призму технического эксперимента, сама становится неким потенциальным инструментом – машиной. Лидером естествознания была механика, задававшая общую парадигму развития науки. Этот стиль мышления рассматривает мир как совокупность в принципе неизменных тел, взаимодействующих по неизменным законам. «Механика» и «механицизм» происходят от греческого *mechanike* – искусство построения машин, «средство, уловка». Ученый Нового времени как бы пытается с помощью того, что Гегель называл «хитростью разума», уловить природу в сеть формул и экспериментов. Определяя задачи технического, экспериментального исследования, Ф. Бэкон использовал понятие *investigation* – расследование, следствие, пытка, изучение. Вопреки самоочевидному различию между самосущим и сконструированным творцы нового математизированного, экспериментального естествознания настаивали на возможности их принципиального отождествления в целях познания природы.

Лидерство механики среди наук меняет способ отношения слова и вещи. Внешность вещи теперь предстает как истинная реальность, в отношении которой слово выступает лишь средством, и притом не самым лучшим для ее представления, поэтому умение рисовать до недавнего времени было одним из важнейших навыков натуралиста. Рисунок превращается из украшения в конструкт текста. При этом меняется и структура рисунка. В ортодоксальной средневековой иконописи структура рисунка, расположение частей изображаемого предмета определялось существующим по ту сторону внешнего пространства смысловым центром. Части и весь рисунок должны были истолковать смысл священного слова, лежащего в основе композиции [16]. В Новом времени ситуация меняется, структура и расположение частей предмета определяется не смысловым центром, а взаимным расположением – суверенной необходимостью естественных законов. Геометрия оказывается способом организации пространства, в котором существуют природные объекты для науки, и одновременно формой его объективного описания.

Р. Декарт, Б. Спиноза, Г. Лейбниц мечтали о сведении языка науки к языку геометрии и алгебры. В этой связи специально остановимся на отношениях математики и физики. Математика – наука, имеющая дело с идеальным конструируемым объектом. Хотя математические конструкции с IV в. до н. э. применялись в астрономии, они были лишены статуса физической теории, рассматривались как математические фикции, цель которых – объяснить видимые траектории небесных тел. Физика как наука имеет предметом реально существующую природу, где действуют силы, происходят движения и изменения, причины которых надо установить. Воззрение на различие предметов физики и математики существовало вплоть до математического обоснования физики не в качестве условно-гипотетического, а аподиктического Г. Галилеем. Объяснение у Г. Галилея означает преобразование проблемы из физической в математическую, последняя и решается средствами математики. Этот перевод физических проблем на язык математики позволяет придать выводам, полученным на единичном примере, краткость и точность, универсальное значение. Например, параболическая траектория, описываемая артиллерийским снарядом, для Галилея частный случай движения тела, катящегося по горизонтальной плоскости, а затем падающего вниз, с сохранением приобретенной инерции движения по горизонтали. Математический язык позволяет

точно сформулировать количественные закономерности, характеризующие исследуемые явления. Формулировки на языке математики дают возможность применить богатый математический и логический аппарат.

Наряду с бурным накоплением фактического материала происходит выработка новых принципов познания [\[17\]](#).

С XVII в. происходит и признание социального статуса науки, рождение ее в качестве особого социального института. Это выражается в увеличении числа научных учреждений и обществ, в открытии естественно-научных музеев, ботанических садов, в издании трудов академий наук, в расширении сети крупных государственных библиотек.

Наука стала основой европейской цивилизации и сейчас стремится стать основой мировой цивилизации, в том числе потому, что ограничила свой предмет конкретными экспериментально решаемыми вопросами. Наука в новоевропейской традиции отказалась не только от вопросов религиозного плана, но и от вопросов метафизического толка. Знаменитое ньютоновское высказывание «Физика, бойся метафизики» явно выражает желание науки остаться в своих собственных границах.

Таким образом, классическая наука отличается: признанием возможности получить абсолютно достоверные истины и абсолютно достоверное знание; трактовкой любой теории как исчерпывающим образом описывающей свойства реальности на базе строго однозначных законов; использованием математических методов моделирования реальности и эксперимента как основных способов научного познания; описанием свойств объектов вне их отношения к тем приборам, с помощью которых обнаруживаются эти свойства.

На рубеже XIX–XX вв. происходит формирование образа неклассической науки. Неклассическая наука связана с пониманием относительности истинности теорий, допущением истинности не одной, а некоторого количества отличных друг от друга теорий, относящихся к одной предметной реальности.

Возникновение и утверждение квантовой механики связано с крушением принципа детерминизма в науке, господства причинно-следственных законов, имеющих необходимый характер. Образцом науки стали служить нормы квантовой механики, утверждавшей принципиально вероятностный характер поведения физических систем, требующей фиксации особенностей средств наблюдения, взаимодействующих с объектом.

В соответствии с принципом неопределенности Гейзенберга (1901–1976) в квантовой механике не существует состояний, в которых и месторасположение, и количество движения (произведение массы на скорость) имели бы вполне определенное значение, и тем самым утверждается невозможность предсказать будущее состояние объекта. Частица со строго определенным импульсом совершенно не локализована. Чем более определенным становится импульс, тем менее определено ее положение. Энергию

системы также можно измерить с точностью, не превышающей определенной величины. Причина этого – во взаимодействии системы с измерительным прибором, который препятствует точному изменению энергии. Значение эксперимента возросло в квантовой механике до такой степени, что, как пишет Гейзенберг, «наблюдение имеет решающую роль в атомном событии, и что реальность различается в зависимости от того, наблюдаем мы ее или нет». Из данного обстоятельства, заключающегося в том, что сам измерительный прибор влияет на результаты измерения и участвует в формировании изучаемого явления, следует вывод о единстве измерительного прибора и изучаемой реальности. Человек перешел на тот уровень исследования, где его присутствие оказывается неустранимым в ходе эксперимента и фиксируемым результатом является взаимодействие изучаемого объекта и измерительного прибора. Ученые признали, что нельзя найти объективную истину безотносительности от измерительного прибора. Поэтому законы, которыми оперирует классическая наука, по сути, представляют собой огрубление действительности, которое можно использовать из соображений простоты, когда практика не требует абсолютной точности.

В естествознании XX в. принципиально пересматривается принцип объективности. В классической науке существовало представление о реальности как о чем-то независимом от средств познания, от субъективного фактора. В неклассической науке факт рассматривается не как отображение реальности самой по себе, а как результат взаимодействия познающего субъекта и природы. Поэтому результат наблюдения зависит от типа познавательной активности. С классической точки зрения существует принципиальная возможность единого понимания природы из точки отсчета, вынесенной за пределы познаваемого мира. Современная наука начинает утверждать, что абсолютное описание природы невозможно, как невозможно и создать наглядную модель современных фундаментальных физических представлений.

Прогресс науки в XX в. связан с постепенным отказом от непосредственной наглядности. Примером такого отказа могут служить представления об относительности пространства и времени. Традиционно физики считали, что любой процесс протекает одинаково в изолированной материальной системе и в такой же системе, находящейся в состоянии равномерного прямолинейного движения. Однако экспериментальные данные о постоянстве скорости света привели к парадоксу. Представьте себе наблюдателя, едущего в поезде и измеряющего скорость света, испускаемого фонарями на обочине дороги, то есть движущегося со скоростью C в системе отсчета, относительно которой поезд движется со скоростью V . По классической теореме сложения скоростей наблюдатель, едущий в поезде, должен бы приписать свету, распространяющемуся в направлении движения поезда, скорость $C + V$, что на самом деле невозможно, сумма скоростей движения не может превысить скорость света [18]. Рассматривая данный парадокс, А. Эйнштейн предложил отказаться от представления об абсолютности и неизменности свойств пространства и времени.

В соответствии с теорией относительности любое тело определяет геометрию пространства. Из специальной теории относительности следует, что длина тела (вообще расстояние между двумя материальными точками) и длительность процессов являются

не абсолютными, а относительными величинами. С точки зрения теории относительности о пространственных и временных свойствах тел «самых по себе» говорить нельзя, утверждения возможны только по отношению к выделенной системе отсчета. При приближении к скорости света все процессы в системе замедляются, продольные (вдоль движения) размеры тела сокращаются и события, одновременные для одного наблюдателя, оказываются разновременными для другого, движущегося относительно него. То есть пространство и время – формы координации материальных явлений, а не самостоятельно существующие независимо от материи начала бытия. Массы, создающие поле тяготения, искривляют пространство и меняют течение времени, чем сильнее поле, тем медленнее течет время по сравнению с течением времени вне поля. Все наблюдатели, принимая свои системы отсчета, могут выдвигать совершенно различные утверждения о значениях пространства, времени, массы, и все будут одинаково правы. То, что научное сообщество приняло теорию Эйнштейна, означало признание принципиальной возможности существования в науке альтернативных теорий, относящихся к одной предметной области.

Новая система познавательных идеалов позволила изучать сложные саморегулирующиеся системы, имеющие относительно независимые и изменчивые подсистемы, вероятностное взаимодействие элементов и обратные связи. Это создало предпосылки для построения целостной картины Вселенной как сложной динамической целостности.

Итак, неклассическая наука отличается: признанием того, что истинность теорий относительна; допущением равноправия нескольких различающихся теоретических подходов к описанию одного и того же круга физических явлений; в квантовой механике учет условий наблюдения неотъемлем от самой теоретической постановки проблемы; признанием принципиально вероятностного характера квантовой механики; усложнением языка теории и все более высокой математизацией физической теории; отказом от наглядности.

Во второй половине – конце XX в. складывается так называемая постнеклассическая наука, однако следует отметить, что данное понятие принимается не всеми философами науки [\[19\]](#).

Сторонники выделения специфики современного этапа развития науки именно этим понятием указывают на основное отличие от классической и неклассической наук. Оно состоит в том, что знание уже не ориентируется на отображение реальности, существенных свойств мира, пусть даже с констатацией принципиальной невозможности исключить познающего субъекта.

Постнеклассическая наука ориентируется на создание знания-инструмента, получение и применение которого обязательно должно включать ответы на вопросы, каковы ценности человеческого существования, каковы перспективы существования человечества в свете применения новых технологий. Признание, что наука приносит пользу, ставит ее перед вопросом: а все ли плоды науки приемлемы и полезны с точки

зрения ценности жизни человека? Современные формы научной деятельности предполагают аксиологическую оценку содержания и способов познания. Формируются новые институциональные формы проведения такой оценки – этические комитеты, бюро социальных экспертиз научных программ и проч. Значительно обостряются дискуссии по проблеме этики науки: несет ли наука ответственность за последствия применения ее разработок; если у технологии есть негативные стороны, то не следует ли обвинить в этом ее прародительницу – науку?

В упрощенном виде ответ таков: ученый, не имеющий возможности контролировать применение своих открытий, не несет ответственности за их употребление в целях, противоречащих интересам человечества. Такая позиция имела место в истории науки XX в. Например, описывая встречу между Оппенгеймером, возглавлявшим в 1939–1945 гг. работы по созданию атомной бомбы, и президентом США Г. Трумэном после бомбардировки городов Японии, бывший секретарь США Агесон указывает: «Как-то раз я сопровождал Оппи к Трумэну, Оппи, ломая пальцы, говорил: «У меня руки в крови». Позднее Трумэн сказал: «Больше не приводи ко мне этого дурака. Бомбу сбросил не он. Я сбросил бомбу. Меня тошнит от его слезливости» [\[20\]](#) («Ничего, это легко смывается водой».)

В конце XX в. стало ясно, что ни одной отрасли научного знания не удалось в том или ином виде избежать технологического применения. Единственным исключением являются, по-видимому, только некоторые разделы космологии. Большая часть современных наук живет именно за счет подпитки со стороны технологических приложений.

Это обстоятельство превращает в анахронизм разделение наук на фундаментальные и прикладные. Фундаментальная наука подразумевает приобретение знаний ради них самих, без вопросов о том, как их использовать и будут ли они использованы вообще, она основана только на стремлении человека к расширению кругозора. В 1950-х гг. министерство обороны США образовало специальный комитет, который составил сводку наиболее употребительных значений термина «фундаментальное исследование». Вот эта сводка: исследование, которое не соотнесено ни с каким конечным результатом; ищущее знание, которого пока нет; бесполезное решительно для всех; предпринимаемое только потому, что этого желает исследователь; не нуждающееся в ограничениях секретности; проводимое исследователем, который не в состоянии объяснить, чем он занят; новое исследование в области, не имеющей практического значения. Не следует слово «фундаментальное» смешивать непременно со словами «важное», «большое» и тому подобное. Проблемы, возникающие внутри самой науки, называются фундаментальными, в отличие от прикладных проблем, которые ставятся перед учеными извне (то есть при наличии внешних заказчиков).

Цели самой науки в XX в. более явно определяются и диктуются внешними факторами, на второй план отходит внутренняя логика ее развития и любознательность ученых. Заказом практики определяются постановка и решение проблем, направление и тематика исследований. В определении познавательных целей науки все чаще

начинают играть решающую роль не внутринаучная логика постановки проблем, а внешние для науки цели – цели экономического, социального, политического, культурного характера. Современная наука в значительной степени коммерциализируется. Это проявляется в том, что достижения, открытия и изобретения ученых все более явно становятся товаром. Знание превращается в приносящий прибыль товар. Это особенно ярко проявляется в патентовании, например, открываемых генетиками генов, стволовых клеток и т. д. Патент – это рыночная форма научного знания. Патент – это товар, который предлагает наука. Неудивительно, что в организационной структуре научных лабораторий и институтов появляются рыночно ориентированные структуры – патентные бюро, группы маркетинга, отделы *public relations* и т. п.

Для своего собственного развития наука вынуждена использовать передовую технологию: физические инструменты, необходимые для современного уровня исследований, дороги и сложны. Даже самая чистая наука имеет свой стержень в технологии, ясно, что ныне нельзя отделить деятельность ученого от значительных социальных последствий его деятельности.

Познание и природы, и человека деятельностью, оно предполагает возможность трансформации познанного объекта в другое состояние, это знание технологично. Познание связано с его воспроизведением, его моделированием и последующим изменением исходя из потребностей и целей. То есть на определенном этапе познание с неизбежностью перерастает в технологию. Это магистральный путь развития человечества. Количество сознательно созданных предметов начинает превосходить число естественных. Познание, превращаясь в технологию, ведет к появлению нового мира, использующего старый как материал. В современной науке наблюдение, получение знаний неотделимо от манипуляций, практических процедур. Более того, в таких видах деятельности, как генная инженерия, нанотехнология и ряде других, акт познания совпадает с актом создания объекта. Современная наука получает все больше возможностей для перехода от познания и овладения природой к применению знаний о самом преобразователе природы – человеке.

Свобода мысли и слова, из которой выросла свобода научного исследования, не может быть распространена на действие как таковое. В силу этого в современной науке действие всегда подлежит морально-правовой оценке и регуляции.

Научное сообщество оказалось перед дилеммой – либо допустить всепроникающий контроль со стороны общества (очевидная опасность такого контроля – в неизбежности бюрократизации и некомпетентности), либо создавать такие механизмы взаимодействия с обществом, которые позволяли бы:

а) эффективно демонстрировать обществу желание и способность ученых предвидеть и предотвращать неблагоприятные с социальной и человеческой точки зрения последствия научных решений и новых технологий;

б) осуществлять социально-этическое регулирование исследовательской

деятельности силами того же сообщества. Формирование принципов морального регулирования научных исследований, которое не ограничивало бы свободу науки, но обеспечивало бы защиту прав и интересов граждан, – это одна из важнейших задач современного этапа развития науки. Например, медико-биологические исследования как фундаментального, так и прикладного характера поставили перед обществом принципиально новую задачу – на постоянной основе контролировать исследовательскую деятельность в области биомедицины, поскольку эта деятельность имеет серьезную социальную и человеческую значимость, затрагивая основополагающие ценности общества. Этой цели служит развитие современной биоэтики, которая подробно будет рассматриваться в соответствующей главе. Этическая нейтральность в современной науке просто исчезает, когда непригодны модели и необходимо экспериментировать с привлечением в качестве испытуемых людей. Современная наука признает необходимость ограничения исследовательской свободы в экспериментах с системами, в которые непосредственно включен человек. Таким образом, в современной науке исчезает разграничение опасности и безопасности внутри исследовательского процесса, поэтому сфера обсуждения проблемы «наука и мораль» затрагивает не только практическое применение научных знаний, но и сам процесс их получения.

Возможно ли ограничить научный поиск, если сам процесс познания или его результаты могут вступить в противоречие с нормами нравственности или представлениями о гуманности? Возможно ли запрещать истину во имя спасения морали? Каково влияние науки на мораль в обществе? Эти и подобные вопросы не имеют сегодня однозначного ответа. Ряд мыслителей считают, что у истины имеется приоритет перед моралью, и обосновывают это утверждение ссылками на относительность и изменчивость морали и абсолютность и вечность истины. Расширение горизонтов знания, прогресс технологий ради обеспечения высокого качества жизни, обеспечение доступа к науке и культуре широчайшим кругам населения – все это имеет положительный нравственный оттенок. Противники считают, что человеку и человечеству не всякое знание необходимо, наука уводит от ценностей, порождает отчуждение человека от мира смыслов. Индустриальные технологии формируют определенный тип культуры, в которой жизнедеятельность человека проходит в технологической среде. При этом сама технологическая среда в определенный момент отчуждается от человека, выходит из-под полного его контроля. Уже не человек формирует среду, а сама технологическая среда формирует человека, деиндивидуализирует его, отрывает от природной сферы, ставя в среду машинную, искусственную. Поэтому, кроме конструктивного значения, индустриальные технологии имеют и очень сильное деструктивное значение, разрушая природу и человеческую личность.

Ранее наука была нацелена на все более полное познание отдельного фрагмента реальности – предмета конкретной дисциплины. Современное естествознание представлено множеством наук со своими предметами, что является результатом процессов дифференциации и интеграции. Дифференциация (от *differentia* – от *ferre* – несу, уношу, то есть отрываю, обособляю усилием и действием, на ощупь, усилием руки

и осознанием, разность, различие) – разделение знания на части, ступени, уровни; дробление классических наук на отдельные области, выделение новых объектов или процессов в макро- и микромире для их детального исследования. Химия, геология, биология открывают свои собственные миры, в которых события связаны между собой так, что практически не пересекаются с причинно-следственными связями физического мира. Появляется возможность изучения химических, геологических, биологических законов, не обращаясь с необходимостью к сведению их к физическим законам. Формируются специфические для каждой предметной области измерительные процедуры. Одновременно переосмысливается концепция времени, например все более широко для измерения времени для каждой предметной области применяются специфические маркеры временных интервалов. Рамки отдельных наук, на которые распадается знание, по мнению В. И. Вернадского, не могут точно определить область научной мысли исследователя. Научные дисциплины взаимодействуют друг с другом. Такой процесс носит название интеграции научных знаний (от лат. *integer* – целый, восстановленный) – восстановление, объединение, восполнение целостного знания из ранее раздробленных частей и элементов.

Наука развивалась через разделение на отдельные дисциплины, за счет выделения отдельных свойств, сторон объектов. Аналитизм – стремление к познанию деталей объекта, лежащий в самом фундаменте научного подхода к действительности, вполне отвечает стремлению человека практически овладеть предметным миром. Сама преобразовательная деятельность в своей сущности также преимущественно аналитична. Эта черта науки позволила осуществить, пожалуй, большую часть открытий в истории науки. Искусственная изоляция какой-либо части реальности дает возможность ее углубленного изучения, однако при этом не учитывается связь этого объекта со средой. Данное обстоятельство может оказаться малосущественным в рамках конкретного исследования, но влечет за собой важные негативные последствия, когда результаты подобного исследования вовлекут в практику человеческой преобразовательной деятельности. Каждый акт изменения человеком природной среды не ограничивается какой-либо одной ее областью, а имеет, как правило, большие отдаленные последствия. Аналитизм внутри конкретных научных дисциплин находил и продолжает находить свое продолжение в аналитической направленности науки в целом как особой формы постижения мира.

Однако в реальности объекты функционируют как целостные образования, современная наука развивается путем выдвижения на первый план междисциплинарных, комплексных и проблемно ориентированных форм исследований. Их особенностью является объединение специалистов, представляющих различные области знания. Такая форма организации научной деятельности позволяет при обращении к сложным системным объектам использовать данные частных наук как фрагменты целостной картины, объединить решение фундаментальных и прикладных задач.

Сами объекты междисциплинарных проблемно ориентированных исследований являются сложными, саморазвивающимися системами. Такие системы представляют

собой более сложный тип объекта даже по сравнению с саморегулирующимися системами, так как с течением времени они формируют новые уровни своей организации, изменяют свою структуру, характеризуются принципиальной необратимостью процессов и т. п. Среди таких систем особое место занимают природные комплексы, в которые включен человек (объекты экологии, медико-биологические объекты, объекты биотехнологии, системы человек – машина и др.)

Для описания и предсказания возможных состояний таких развивающихся объектов формируются особые способы (методы), предполагающие построение сценариев возможного поведения. Результаты экспериментов с объектом, проведенных, когда объект находится на разных этапах развития, могут быть согласованы только с учетом вероятностных линий эволюции системы. Изменчивость поведения объекта, его историчность требуют применения методов исторической реконструкции объекта. Естественным из гуманитарных наук заимствуется идея истории и прогресса, прогресс становится атрибутом природы. Идеал исторической реконструкции сложился в гуманитарном знании и сегодня успешно применяется при исследовании природных объектов как в областях, традиционно исследующих развивающиеся объекты (биология, геология), так и в современной космогонии и космологии. В биологии распространяются лингвистические метафоры при решении проблемы развития. Истина приобретает форму истории. Описание Метагалактики как сложного и развивающегося объекта может быть охарактеризовано как историческая реконструкция, направленная на описание возможных направлений эволюции. Наука сегодня имеет примеры проблемно ориентированных построений, что позволяет представлять целостную картину возникновения и развития Метагалактики, появления жизни на Земле и основных стадий ее развития, происхождения человека и т. д. Кроме этого сама наука анализирует закономерности своего возникновения и развития, взаимодействия с другими формами культуры.

Таким образом, современная наука в качестве приоритетных рассматривает междисциплинарные, комплексные и проблемно ориентированные формы исследований, формирует особые способы описания и предсказания возможных состояний развивающегося объекта; применяет методы исторической реконструкции объекта; признает отсутствие свободы экспериментирования с системами, в которые непосредственно включен человек; предполагает введение аксиологических факторов в содержание и структуру научной деятельности. Есть основания считать, что по мере развития науки все эти современные особенности естественно-научного познания будут проявлять себя в еще более контрастных и очевидных формах. В рамках данного учебника при рассмотрении конкретных концепций внимание будет обращено на проявление указанных особенностей.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Охарактеризуйте антикваристскую и презентистскую традиции изучения истории науки. Укажите преимущества и недостатки этих традиций.

2. В 1663 г. некоему Эккраду Лейхнеру, предложившему работу философско-теологического содержания для обсуждения на заседании Лондонского королевского общества, был официально послан ответ: «Королевское общество не заинтересовано в знании по схоластическим и теологическим материям, поскольку единственная его задача – культивировать знание о природе и полезных искусствах с помощью наблюдения и эксперимента и расширять его ради обеспечения безопасности и благосостояния человечества». О каких исторических особенностях развития науки можно говорить на основе этого случая?

3. Перечислите особенности современной науки? Какие из них вы считаете самыми важными? Обоснуйте свою позицию.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. В античном мировоззрении путь к истине лежит: А) через интеллектуальное усмотрение устройства мироздания; Б) через особый поступок – акт веры; В) через наблюдение и описание природы; Г) через постановку эксперимента.

2. В Новое время в естествознании широко использовался следующий образ природы: А) организм; Б) слово; В) механизм; Г) система.

3. Геометрия оказывается способом организации пространства, в котором существуют природные объекты для науки. Это суждение истинно: А) для Античности; Б) для Средневековья; В) для эпохи Возрождения; Г) для новоевропейской науки.

4. Девиз Лондонского королевского общества «Ничему не верить на слово» отражает особенности: А) античной науки; Б) средневековой науки; В) науки Нового времени; Г) развития науки в любой исторический период.

5. Первые рациональные концепции об устройстве мира возникли: А) в Античности; Б) в Средневековье; В) в эпоху Возрождения; Г) в Новом времени.

6. Слова «механика» и «механицизм» происходят от греческого: А) пытка, расследование, Б) изучение, следствие; В) средство, уловка; Г) метод, техника.

7. Термин «космос» обозначал у древних греков: А) механическое перемещение тел; Б) предметы, созданные трудом человека; В) интеллектуальное усмотрение устройства мироздания; Г) всякую упорядоченность, организацию, согласованность.

8. Укажите признаки средневекового познания природы: А) стремление к новизне и изобретательству; Б) телеологичность объяснений; В) синтез науки и искусства; Г) стремление к поиску первоначал; Д) стремление опереться на авторитеты.

ГЛАВА 3.

Современная научная космология и космогония

Для понимания научных представлений об устройстве мира необходимо уделить внимание выводам современной космологии и космогонии. Космология – область науки, в которой изучается Вселенная как целое и космические системы как ее части. Космогония в современном понимании – раздел науки, изучающий происхождение и эволюцию космических объектов и систем. Современная космология – это сложная, комплексная и быстроразвивающаяся система естественно-научных и философских знаний о Вселенной в целом, основанная как на наблюдательных данных, так и на теоретических выводах. Наблюдательные данные для формирования космологической картины предоставляет астрономия. Астрономия переживает в XX в. бурное развитие. Общая теория относительности дала возможность модельного теоретического описания явлений космологического масштаба и, по сути, поставила космологию на теоретическую почву. Создание квантовой механики послужило основанием для переориентации части астрономии с изучения в основном механического движения космических тел на изучение их физических и химических свойств. Значительно изменились методы эмпирического познания: появилась возможность непосредственного исследования с помощью космических аппаратов и наблюдений космонавтов околоземного космического пространства. Космонавтика (от греч. *kosmo* – порядок и *nautike* – искусство кораблевождения) изучает следующие проблемы: теории космических полетов, научно-технические проблемы, медико-биологические проблемы. Это привело к расширению наблюдаемой части Вселенной. Астрономия стала всеволновой, то есть астрономические методы изучения проводятся на всех диапазонах длин волн излучений (радио-, инфракрасный, оптический, ультрафиолетовый, рентгеновский и гамма-диапазоны). Кроме спектрального анализа практикуется изучение радиоизлучений, радиолокации (расстояние до небесного тела, исследование его поверхности), изучение инфракрасных излучений, ультрафиолетовых и рентгеновских, гамма-излучений, нейтринной астрономии (дает сведения о внутренней структуре объекта).

Считается, что при изучении доступной для наблюдения части Вселенной формулируются законы, которые могут быть экстраполированы в конечном счете на всю Вселенную. Предположение о том, что Вселенная в крупных масштабах однородна и изотропна, разделяют большинство (хотя и не все) космологов; оно известно как космологический постулат. Вселенная однородна в том смысле, что структурные элементы далеких звезд и галактик, физические законы, которым они подчиняются, и физические константы, по-видимому, с большой степенью точности одинаковы повсюду. Считается, что во Вселенной нет каких-либо выделенных точек и направлений, все точки и направления равноправны.

До XX в. представления о масштабах мира были тесно связаны с масштабами человеческой практики в конкретное историческое время. Вопрос, что такое мир, люди, жившие 7–8 тыс. лет назад, просто не поняли бы. Их миром была та среда, в которой обитал данный род или племя. Недаром в ряде языков, в том числе и русском, слово

«земля» означало определенную географическую область («О русская земля, ты за холмом!» – восклицает автор «Слова о полку Игореве». Речь идет не о земном шаре, а о месте расселения восточных славян.) Русское слово «свет» ассоциировалось с локальным или временным характером непосредственно данного мира или двойственностью миров («начало» или «конец Света», «тот» и «этот свет», Новый и Старый Свет). Понятие «Вселенная» есть церковнославянский перевод древнегреческого слова «ойкумена» – область мира, освоенная человеком. Слово «космос» у древних греков обозначало украшение конской сбруи, в дальнейшем стало указывать на «порядок, строй, красоту», то есть на то, чему был противопоставлен хаос (в греческой мифологии хаос – это беспредельная первобытная масса, из которой образовалось впоследствии все существующее; до сих пор в языке это слово используется в переносном смысле для обозначения беспорядка, неразберихи). После Аристотеля и у римлян космос отождествляется с миром в целом – *universum*-ом. В новоевропейское время «космос» теряет свою философскую окраску, в это слово начинают вкладывать преимущественно астрономическое содержание. В религиозном сознании представление о предельно широкой реальности совпадает с представлением о Боге и его проявлениях.

В XX в. за термином «космос» закрепилось его чисто астрономическое значение. С астрономической точки зрения Земля – обычное космическое тело, но в общественном сознании «осваивать космос» означает действовать за пределами нашей планеты.

Впервые понять устройство мира с позиций науки и порвать с религиозными мифами попробовали древние греки.

Платон (428 или 427–348 или 347 г. до н. э.) считал, что астроном изучает на небе идеальный мир, соответствующий достоинствам богов. Все небесные тела прикреплены к хрустальным сферам, их движение совершенно. Все небесное, по Платону, вечно и неизменно. Аристотель (384–322 г. до н. э.) говорил, что этот неизменный и совершенный мир начинается за Луной, в нем господствует пятый элемент (на земле 4 элемента – огонь, воздух, вода, земля) – эфир. Латинское название пятого элемента – *квинтэссенция* до сих пор в языке символизирует что-то самое главное в объекте или явлении. В Античности появились аргументы в пользу того, что Земля является скорее всего сферой: затмения Луны и наблюдения за судами. Аристотель понял, что затмения Луны вызывает Земля, которая, проходя между Солнцем и Луной, отбрасывает тень на Луну. Тень всегда круглая, так должно быть, если Земля – сфера. Имей Земля форму диска, ее тень была бы круглой только тогда, когда Солнце оказывалось бы точно над диском, в остальных случаях тень удлинялась бы, принимая форму эллипса. Судно, идущее к наблюдателю, если бы Земля была круглая, сначала казалось бы крошечной точкой на горизонте. По мере его приближения на деле происходит иначе: сначала взору открывается верх мачты, потом корпус. Это доказательства того, что Земля имеет форму шара.

Представления Платона и Аристотеля оказали сильное влияние на картину мира, созданную греческим астрономом Птолемеем во II в. н. э. Он пытался объяснить

видимые движения планет по небосводу. Как теперь известно, пути планет, которые изучал Птолемей, Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна имеют на небосклоне сложный вид из-за того, что наблюдатель на Земле сам находится в движении вокруг Солнца – два движения складываются и дают сложную картину. Птолемей же считал, что Земля в центре и не может двигаться. Ее окружают восемь вращающихся сфер, каждая из которых больше предыдущей. Что именно лежит за границей последней сферы, никогда не уточнялось. Самую дальнюю сферу считали границей –местилищем Вселенной. Полагалось, что звезды занимают на сфере фиксированные места. Так что при вращении этой сферы они движутся по небу все вместе, сохраняя взаиморасположение. На внутренних сферах размещаются планеты. В отличие от звезд они не закреплены жестко, а движутся относительно своих сфер по небольшим окружностям, называемым эпициклами. Это вращение вкупе с вращением планетных сфер и делает, по Птолемею, движение планет относительно Земли таким сложным.

Модель Птолемея позволяла с достаточной точностью предсказывать положения светил на небе, но ради этого Птолемей вынужден был допустить, что в какие-то моменты Луна подходит к Земле вдвое ближе, чем в другое время. А это значит, что Луна должна казаться вдвое больше. Птолемей знал недостаток своей картины, и все же его система получила всеобщее признание, чему способствовало ее соответствие религиозному мировоззрению. По христианскому мировоззрению человек – цель, ради которой созданы и Земля, и небо. В центре мира жилище человека – Земля, за ней сферы Солнца, планет, далее сфера неподвижных звезд, а далее перводвигатель – начало, управляемое Богом и приводящее в движение небесные сферы. Эта система соответствовала представлениям о мире и предназначении в нем человека, а благодаря птолемеевским эпициклам удовлетворяла практическим потребностям и несильно расходилась с наблюдениями.

Система Птолемея была поставлена под сомнение польским математиком и астрономом Николаем Коперником (1473–1543). Он в течение 30 лет разрабатывал систему, получившую название гелиоцентрической картины мира (от греч. *ἥλιος* или *ἡλιος* – Гелиос – Солнце). В соответствии с гелиоцентрической моделью Земля – рядовая планета, в числе прочих обращающаяся вокруг центрального светила – Солнца. Из страха прослыть еретиком Коперник сначала распространял свою концепцию анонимно. Трактат Коперника «Об обращении небесных сфер» появился в 1543 г. (после запрещения он был разрешен к изданию папой римским в 1928 г.). Идеи Коперника были поначалу только гипотезой. Все известные тогда астрономические инструменты помогали только в наблюдении, но не могли рассказать об устройстве, размерах небесных тел и истинных масштабах Вселенной. Глава за главой Коперник следовал птолемеевской парадигме, однако при выходе трактат произвел переворот в представлениях о Вселенной.

В истории культуры то, что сделал Коперник, называют коперниканским переворотом, коперниканской революцией. Переход к гелиоцентризму в понимании устройства мира не затрагивал формально парадигму. Дело не в перемещении центра мира с Земли в окрестности Солнца, а в полном устранении метафизической иерархии

аристотелевского космоса. По Аристотелю и средневековой космологии, движущая сила передается от периферии – перводвигателя к центру. В системе Коперника энергия исходит от центра Солнца (Кеплер прямо делает Солнце перводвигателем). Коперник надеялся создать новый облик традиционного космоса, но открыл новое самоопределение ума по отношению к миру. Отныне незримый космос есть воплощение космоса идеального, умозримого, возникло новое понимание роли теоретического ума, который, уподобляясь Творцу, творит идеальную Вселенную. Первое, что считает необходимым исследовать Коперник: в каком отношении Земля находится к небу, «...чтобы мы, исследуя самое высшее, не забывали более близкого, и... не приписывали небесному того, что свойственно Земле». Далее он пишет, что вращение – естественное движение для всякого сферического тела, и продолжает: «Предоставим естествоиспытателям спорить, является ли мир конечным или нет, будем считать твердо установленным, что Земля, заключенная между полюсами, ограничивается шаровидной поверхностью. Но тогда зачем же нам сомневаться? Скорее следует допустить, что подвижность Земли вполне естественно соответствует ее форме, чем думать, что движется весь мир, пределы которого неизвестны и непостижимы. И почему нам не считать, что суточное вращение для неба является видимостью, а для Земли – действительностью?» Вот утверждение, наглядно обнаруживающие формирование нового способа рассуждения.

Из утверждения, что не Вселенная движется вокруг неподвижной Земли, а Земля перемещается в космическом пространстве, возникает новое мироощущение человека. Человек и человечество оказываются не в центре Вселенной, а в ее уголке, на равных среди других небесных тел, песчинкой в масштабах бесконечной Вселенной. Важное значение имела идея относительности движения: видимое нашим взором должно быть понято с учетом движения того тела, откуда ведется наблюдение. Гелиоцентрическая Вселенная выглядела как совершенный космос только для наблюдателя, расположенного на Солнце. Тем самым Коперник допустил возможность отсутствия связи между прямым видением и собственно образом Вселенной. Универсум есть универсум ума, образ, в котором ум созерцает сам себя. Коперник неявно руководствовался новой идеей разума: разум как автономный источник своих порядков. Это было весьма смелой идеей для того времени.

В истории философии и культуры результаты деятельности многих мыслителей называют коперниканскими революциями. Зачинатели естествознания XVII в. образуют своего рода общину коперниканцев [\[21\]](#). Дидро в XVIII в. сравнивал формирование истинно энциклопедического объекта (планомерный и объективный обзор универсума человеческих знаний) с коперниканским перенесением наблюдателя в центр Солнца. И. Кант понимал свой критический переворот в метафизике как распространение коперниканской революции на эту область [\[22\]](#). Немецкие романтики (Ф. Шлегель и Ф. Шеллинг) связывали с коперниканской революцией учение об универсальности человека и бесконечно деятельностной природе его духа. В конце XIX в. А. Шопенгауэр и Ф. Ницше по-новому осознают «неуместность» человека во Вселенной, ничего не знающей о нем. С коперниканской революцией сравнивал свою

революцию в понимании истории О. Шпенглер в работе «Закат Европы». О коперниканских революциях в науке говорят в тех случаях, когда имеют в виду научные революции – радикальные и эпохальные изменения содержания научной картины мира, сопровождающиеся пересмотром представлений о месте человека.

Борьба против идей Коперника началась после того, как итальянец Г. Галилей (1564–1642) направил в 1609 г. в небо увеличительную трубу собственной конструкции. Он увидел, что небеса состоят из материальных объектов, подобных Земле, что теория о тяготении всех небесных тел к одному центру мира ошибочна. Открытие фаз Венеры было прямым доказательством ее вращения вокруг Солнца. Заслуга Галилея не только в получении важных фактуальных данных, подтверждающих гелиоцентрическую модель. Важно, что вместо принципа «мир таков, каким мы его наблюдаем» в естествознании утвердилось иное положение – «мир не таков, каким он нам кажется», то есть внешний вид объектов и видимые стороны процессов часто не дают возможности судить об их подлинной сущности. Задачей естествознания является именно раскрытие этой подлинной сущности.

Объяснение тому, что планеты вращаются вокруг Солнца, появилось в 1687 г., когда Исаак Ньютон (1643–1727) опубликовал работу «Математические начала натуральной философии», где сформулировал закон, согласно которому всякое неподвижное тело остается в покое, пока это состояние не нарушит какая-либо сила, и описал, как под воздействием силы тело движется или меняет свое движение. Он назвал эту силу гравитацией. До Ньютона английское слово *gravity* означало серьезное настроение, а также свойство предметов быть тяжелыми. Ньютон разработал математический аппарат, позволяющий количественно описать, как реагируют тела на действие сил, и доказать, что притяжение Солнца вынуждает Землю и другие планеты двигаться по эллиптическим орбитам. Вселенная для Ньютона – хорошо отлаженный часовой механизм (образ мировых часов введен в космологию Лейбницем), она бесконечна во времени и пространстве, вечна. Пространство естьместилище материи, оно существует всегда и будет существовать, даже если из него изъять всю материю. Вывод о бесконечности Вселенной был сделан Ньютоном, чтобы избежать гравитационного парадокса: если допустить конечность Вселенной, то должен существовать центр гравитации, к которому притягиваются все тела, и через конечное время все тела должны собраться в единую массу. Но бесконечность Вселенной тоже приводит к гравитационному парадоксу, на который указали спустя столетие после Ньютона математик К. Нейман и астроном Г. Зелигер. Его суть: в бесконечной Вселенной гравитационные силы, воздействующие на тело, не имеют определенной конечной величины. Таким образом, гравитационные представления, на которых основывается модель Ньютона, делают равно невозможным и бесконечность, и конечность Вселенной.

Первую концепцию развивающейся Вселенной пытался построить И. Кант (1724–1804), она изложена в работе «Всеобщая естественная история и теория неба, или Попытки истолковать строение и механическое происхождение всего мироздания исходя из принципов Ньютона» (1755). Кант пишет о бесчисленности миров и систем, о

рождении и развитии космических тел и систем. Первоматерия, по Канту, создана Богом в далеком прошлом, Вселенная имеет начало, но не имеет конца. Процесс образования миров, начатый однажды, не прекратится, и в результате из первоматерии возникнут новые звездные системы.

Вселенная не простая совокупность небесных тел, в ней постоянно происходят сложные физические процессы. Именно с этой точки зрения Вселенная представляет значительный интерес для современного естествознания. Космос – бесконечно разнообразная лаборатория, где можно изучать такие состояния и процессы, которые недоступны на Земле.

До XX в. считалось, что Вселенная неизменна. Ей полагалось существовать в течение бесконечного времени, но это приводило к абсурдным выводам. Если бы звезды светили бесконечно долго, они должны были бы прогреть Вселенную до своей температуры. Даже в ночное время все небо светилось бы, поскольку в любом направлении взгляд в конце концов упирался бы либо в звезду, либо в разогретое пылевое облако. При бесконечности Вселенной, заполненной бесконечным количеством звезд, небо должно быть равномерно светящимся. Это последнее утверждение – фотометрический парадокс, на который указал астроном Х. Шезо в XVIII в. (среди историков науки есть мнение, что парадокс впервые высказан в начале XVIII в. Э. Галеем, а в развитом виде представлен в XIX в. астрономом В. Ольберсом).

Возникновение современной космологии связано с формированием представлений об изменяющейся Вселенной. В космологической модели А. Эйнштейна постулировалось, что Вселенная конечна в пространстве, замкнута и состоит из примерно миллиарда галактик, расположенных в радиусе 2–3 миллиардов световых лет и распределенных равномерно. Конечность Вселенной надо было допустить, чтобы получить определенные решения общей теории относительности. Для бесконечной Вселенной таких определенных решений уравнений тяготения просто не находилось. Анализ уравнений тяготения привел А. Эйнштейна к выводу, что такая Вселенная не может быть стационарной. Концентрации масс в локальных областях под действием сил тяготения приведут к нарастающей концентрации и в итоге к гравитационному коллапсу и сжатию. А. Эйнштейн ввел в уравнение тяготения так называемый отрицательный лямбда-коэффициент, эквивалентный антигравитации, то есть постулировал, что тяготение начиная с определенных масштабов трансформируется в антигравитацию. Однако все атрибуты материи существуют в положительном значении, и лямбда-коэффициент из уравнения был удален.

В 1922–1924 гг. отечественный физик и математик А. А. Фридман, проанализировав последний вариант А. Эйнштейна, пришел к выводу, что лямбда-коэффициент надо восстановить в уравнении тяготения. В своих моделях Фридман постулировал, что Вселенная не может быть стационарной, и получил три решения: Вселенная неограниченно расширяется в вакуум; на определенном этапе силы тяготения останавливают расширение, которое сменяется сжатием; Вселенная то расширяется, то сужается с циклами в несколько сотен миллиардов лет. А. Фридман показал, что модель

стационарной Вселенной А. Эйнштейна, по сути, есть лишь частный случай решения уравнений общей теории относительности.

Модель расширяющейся Вселенной получила в XX в. экспериментальное подтверждение. В 1929 г. американский астроном Э. Хаббл (1889–1953) с помощью телескопа-рефлектора открыл в спиральной туманности созвездия Андромеды несколько звезд с переменным блеском. По периоду колебания блеска одной из звезд было определено расстояние до туманности. Сравнивая расстояния до галактик и их красные смещения [\[23\]](#), он обнаружил, что последние растут в среднем пропорционально расстояниям. Эффект «разбегания» галактик описан законом Хаббла

$$v = Hr,$$

где v – скорость разбегания галактик, r – расстояние до галактики, H – постоянная Хаббла (в настоящее время ее принимают в пределах от 50 до 100 км/с × Мпс (мегапарсек)). Закон Хаббла давал ответ на вопрос о времени существования Вселенной (величина $1/H$ характеризует время в секундах, за которые галактики, расположенные на расстоянии в 1 Мпс, разбегутся на 1 км; зная расстояния до «края», можно вычислить и возраст Вселенной). Однако из постоянной Хаббла следует, что возраст Вселенной около 2 млрд лет, что крайне мало, в настоящее время постоянная Хаббла уточнена, соответственно уточнены и расчеты возраста Вселенной.

«Красное смещение», истолкованное как следствие эффекта Доплера, подтверждает теоретический вывод о нестационарности Вселенной, имеющей линейные размеры порядка нескольких миллиардов парсек на протяжении по меньшей мере нескольких миллиардов лет. В то же время кривизна пространства-времени и связь кривизны с плотностью массы (энергии) остается теоретической гипотезой.

С утверждением тезиса о нестационарности и расширении Вселенной открылась необычная картина движения гигантских космических объектов во Вселенной. Получилось, что галактики разбегаются, если смотреть с Земли, во всех направлениях и чем дальше находится та или иная галактика, тем с большей скоростью она движется. Для наблюдателя на Земле может показаться, что наша Галактика – центр Вселенной, однако, где бы ни находился наблюдатель, он везде зафиксирует одну и ту же картину – все галактики будут разбегаться от него. Происходит общее расширение Метагалактики, человечество живет в расширяющейся Вселенной. Это обстоятельство имеет решающее значение: если бы галактики не разбегались, а оставались неподвижными или сближались, то плотность излучения была бы столь высока, что жизнь была бы невозможна.

Распространенное мнение о том, что Вселенная расширяется, заполняя собой пустое пространство, ошибочно. За пределами Вселенной нет мест, которые можно было бы заполнить, а пояись такие места, они по определению были бы частью Вселенной. Вселенная становится больше, создавая как бы из ничего новое пространство между группами галактик. Но есть и исключение: если галактики расположены очень близко,

чтобы испытывать взаимопритяжение, они начинают медленное движение друг к другу. Галактика Млечный Путь сближается с галактикой Андромеды со скоростью 480 000 км/ч (расстояние между этими галактиками примерно 2,2 млн световых лет), столкновение произойдет примерно через 7 млрд лет. Поскольку галактики состоят главным образом из пыли и газа, то, столкнувшись, они не отскочат, при присоединении облака холодного газа Млечного Пути сожмутся и зажгут миллионы новых звезд.

Открытие расширения Вселенной стало одной из величайших интеллектуальных революций XX в. Оно полностью изменило ход дискуссий о происхождении Вселенной.

Когда возник мир? – вопрос дискуссионный в современной науке, многие склоняются к величине 13,7 млрд лет тому назад. Но по существу можно сказать, что в какой-то неопределенной точке когда-то по неизвестным причинам имел место момент Большого взрыва – внезапного значительного расширения колоссальных масштабов. Наука старого стиля отрицала *Ex Nihilo* (творение из ничего), апеллируя к принципам сохранения вещества и энергии. Х. Альвен [\[24\]](#) относит модель Большого взрыва к математическим мифам: «Космогоническая теория представляет собой верх абсурда – она утверждает, что вся Вселенная возникла в некий определенный момент, подобно взорвавшейся атомной бомбе, имеющей размеры (более или менее) с булавочную головку... Похоже на то, что в нынешней интеллектуальной атмосфере огромным преимуществом космологии Большого взрыва служит то, что она является оскорблением здравого смысла – *credo, guia absurdum* («верю, ибо это абсурдно»). Когда ученые сражаются против астрономической бессмыслицы вне храмов науки, неплохо было бы им припомнить, что в самих этих стенах подчас культивируется еще худшая бессмыслица». Английский физик П. Девис, который заметил, что «за вопросом о том, почему развитие Вселенной началось с взрыва и чем в первую очередь был вызван этот взрыв, скрывается другая, более глубокая проблема философского характера» [\[25\]](#). Другой великий ученый астрофизик А. Д. Линде указывал, что «все это очень близко к религиозным вопросам». Вопрос о соотношении естественно-научной картины Вселенной и космологических религиозных представлений оказывается очень важным. Наука сможет показать, что космологические утверждения религии ошибочны, когда шансы религии уменьшатся в моральной области. В современной науке нет единой точки зрения по многим космогоническим вопросам. Человек верит в то или иное решение проблемы исходя из своих представлений о критериях научности, мировоззренческих установок и т. д.

В 40-х гг. XX в. астрофизик Георгий Гамов с соавторами (Альфер, Бете) сделал предсказание, что излучение, возникшее на начальных горячих стадиях развития Вселенной, должно сохраниться до наших дней, но к тому моменту, когда это излучение достигнет Земли, оно будет представлять собой микроволны. Его температура должна быть всего на несколько градусов выше абсолютного нуля (абсолютным нулем считается температура -273 градуса С, при которой вещество не обладает тепловой энергией). Первым подтверждением факта взрыва считается 1964 г., по некоторым данным 1965 г., когда американские радиоастрономы Р. Вильсон и А. Пензиас обнаружили реликтовое электромагнитное излучение с температурой около 3 по шкале

Кальвина (–270). Обнаруженное излучение оказалось изотропным, то есть распределенным равномерно в пространстве, и фоновым, то есть оно не связано с каким-либо локализованным в пространстве источником. Именно это открытие позволило создать концепцию Большого взрыва и модель «горячей Вселенной» (имеются в виду сверхвысокие температуры, при которых по этой модели происходят процессы на начальных этапах развития Вселенной).

В модели «горячей Вселенной» начальное состояние Вселенной – так называемая сингулярность – бесконечная плотность массы (наблюдения космического микроволнового фона указывают на то, что плотность, вероятно, достигала триллиона триллионов триллионов триллионов (1 с 72 нулями тонн на кубический сантиметр), бесконечная кривизна пространства (расстояние между соседними галактиками должно было равняться нулю). Физического истолкования в современной науке такое состояние не имеет, оно обладает свойствами, которые не могут быть описаны в рамках современных научных представлений. Неправильно представлять себе сингулярность в виде точки, висящей в безграничной пустоте. За пределами сингулярности нет пространства, которое она могла бы занять. Иначе говоря, вся Вселенная была сжата в точку нулевого размера, сферу с нулевым радиусом. Вопрос о том, что было до этого момента, считается ненаучным, поскольку предсказуемость нарушается в момент Большого взрыва и события, предшествующие Большому взрыву, не имеют никаких следствий для настоящего и не могут приниматься в расчет при научном описании Вселенной. Вопрос о том, кто создал условия для Большого взрыва, тоже не рассматривается как научный.

Концепция Большого взрыва описывает не сам взрыв (не имеет толкований промежуток времени от «начала» до 10^{-45}), а то, что произошло после. Наука сегодня позволяет описать процессы, происходившие спустя всего 10^{-45} секунды с момента взрыва [26]. Модели развития событий в промежутке времени от 10^{-45} до 10^{-35} секунд после «начала» различаются.

В последние годы наука признает как знание о первых моментах Вселенной то, что вытекает из концепции, получившей название инфляционной теории (модель «раздувающейся Вселенной»). Четверть века назад в работах физиков Э. Глинера и американца А. Гуса было описано новое явление – сверхбыстрое инфляционное расширение Вселенной. Это подразумевает, что такое расширение происходит во все возрастающем темпе. Существование такой фазы инфляции способно объяснить, почему Вселенная выглядит одинаковой во всех направлениях, поскольку в ранней Вселенной свет успевал пройти из одного района Вселенной в другой.

Физики ввели понятие «инфлатонное поле», которое заполняло все пространство и благодаря случайным колебаниям принимало разные значения. Случайно могла образоваться однородная конфигурация этого поля размером более 10^{-33} см (предполагается, что при таких масштабах уже справедливы основные законы физики, известные сегодня, поэтому можно предсказать дальнейшее поведение системы). Сразу

после этого пространственная область, занятая флуктуацией (от лат. *fluctuatio* – колебание – случайные отклонения наблюдаемых физических величин от средних значений), начинает быстро увеличиваться в размерах, а инфлатонное поле стремится занять положение, в котором его энергия минимальна. Такое расширение продолжается всего 10^{-35} с, но этого времени достаточно для роста диаметра Вселенной как минимум в 1027 раз, к окончанию инфляционного периода Вселенная обрела размер примерно 1 см. Инфляция заканчивается, когда инфлатонное поле достигнет минимума энергии. При этом накопившаяся кинетическая энергия переходит в энергию рождающихся и разлетающихся частиц, происходит нагрев Вселенной. Этот момент и называется Большим взрывом.

Как полная масса Вселенной и ее энергия могла поместиться в первоначальном объеме 10^{-99} см³? Однако во Вселенной существует не только материя, но и гравитационное поле. Известно, что энергия последнего отрицательна и в нашей Вселенной энергия гравитации в точности компенсирует энергию, заключенную в частицах, планетах, звездах и прочих массивных объектах. Это обстоятельство отчасти объясняет, почему зарождающаяся Вселенная тут же после появления не превратилась в черную дыру. Ее суммарная масса была совершенно микроскопична, и вначале нечему было коллапсировать. И только на более поздних стадиях развития появились локальные сгустки материи, способные создавать вблизи себя такие гравитационные поля, из которых не может вырваться даже свет. Соответственно и частиц, из которых «сделаны» звезды, на начальной стадии развития просто не существовало. Элементарные частицы начали рождаться в тот период развития Вселенной, когда инфлатонное поле достигло минимума потенциальной энергии, и начался Большой взрыв.

Область, занятая инфлатонным полем, разрасталась со скоростью, существенно большей скорости света, однако это не рассматривается как противоречие теории относительности Эйнштейна. Быстрее света не могут двигаться лишь материальные тела, а в данном случае двигалась нематериальная граница той области, где рождалась Вселенная. Окружающая среда не сопротивлялась расширению области пространства, охваченного все более быстро разрастающимся инфлатонным полем, поскольку ее как бы не существует для возникающего мира.

Общая теория относительности утверждает, что физическая картина, которую видит наблюдатель, зависит от того, где он находится и как движется. Описанная выше картина справедлива для «наблюдателя», находящегося внутри этой области. Итак, сразу после окончания инфляции гипотетический внутренний наблюдатель увидел бы Вселенную, заполненную энергией в виде материальных частиц и фотонов. Если всю энергию, которую мог бы измерить внутренний наблюдатель, перевести в массу частиц, то мы получим примерно 1080 кг. Расстояния между частицами быстро увеличиваются из-за всеобщего расширения. Гравитационные силы притяжения между частицами уменьшают их скорость, поэтому расширение Вселенной после завершения инфляционного периода постепенно замедляется.

Сразу после рождения Вселенная продолжала расти и охлаждаться. Температура является мерой средней энергии – или скорости – частиц, значит, охлаждение Вселенной должно иметь серьезные последствия для материи. При очень высоких температурах стремительное движение частиц препятствовало бы взаимному притяжению под действием ядерных или электромагнитных сил, но с понижением температуры частицы стали притягиваться и соединяться друг с другом. При этом охлаждение происходило в том числе и благодаря расширению пространства. Электромагнитное излучение характеризуется длиной волны, которую можно связать с температурой – чем больше средняя длина волны излучения, тем ниже температура. Но если пространство расширяется, то будет увеличиваться и расстояние между двумя «горбами» волны и, следовательно, ее длина. Значит, в расширяющемся пространстве и температура излучения должна понижаться, что и подтверждается крайне низкой температурой современного реликтового излучения.

По мере расширения меняется и состав материи, наполняющей Вселенную.

Через секунду после Большого взрыва Вселенная расширилась достаточно, чтобы ее температура упала приблизительно до 10 млрд градусов С. Это в тысячу раз больше, чем в центре Солнца. Вселенная оказывается заполненной элементарными частицами – фотонами, электронами, нейтрино и их античастицами, и меньшим числом протонов и нейтронов. Свойства частиц и античастиц практически идентичны (античастицы имеют такую же массу, но противоположный электрический заряд и другие характеристики). Например, античастица электрона, называемая позитроном, имеет положительный заряд, противоположный отрицательному заряду электрона. Если бы их количество было бы одинаковым сразу после инфляции, все частицы и античастицы взаимно уничтожились бы (аннигилировали бы), реликтовое излучение – это как раз следствие аннигиляции (взаимоуничтожения) частиц и античастиц. Однако частиц немного больше, чем античастиц, именно благодаря этой небольшой разнице и существует наш мир.

Постепенно температура Вселенной опустилась до таких температур, когда энергии протонов и нейтронов уже недостаточно для преодоления сильного ядерного взаимодействия. Они начинают сливаться, образуя ядра дейтерия, трития и гелия. Это происходило благодаря ядерным реакциям. Поскольку термоядерные реакции и их последствия уже достаточно изучены, то можно уверенно предсказывать, сколько и каких элементов появится в таком ядерном котле. Оказалось, что наблюдаемое сейчас обилие легких элементов хорошо согласуется с расчетами. Это подтверждает постулат о том, что известные физические законы одинаковы во всей наблюдаемой части Вселенной и были таковыми уже в первые секунды после появления нашего мира.

Сразу после рождения Вселенная проходила инфляционный период развития – все расстояния стремительно увеличивались (с точки зрения внутреннего наблюдателя). Однако плотность энергии в разных точках пространства не может быть в точности одинаковой. Предположим, что в какой-то области энергии немного больше. Но раз все размеры быстро растут, то и размер этой области тоже должен расти. После окончания

инфляционного периода эта разросшаяся область будет иметь чуть больше частиц, чем окружающее ее пространство, да и ее температура будет выше.

Поняв неизбежность возникновения таких областей, сторонники инфляционной теории обратились к экспериментам: «необходимо обнаружить флуктуации температуры...» Что и было сделано в 1992 г. практически одновременно российскими и американскими спутниками. Как уже говорилось, современная Вселенная имеет температуру 2,7 К, а найденные учеными отклонения температуры от среднего значения составляли примерно 0,00003 К. Так инфляционная теория получила еще одно подтверждение.

С открытием колебаний температуры появилась еще одна возможность объяснить принцип формирования галактики. В областях, где плотность была чуть выше средней, расширение дополнительно тормозилось гравитационным притяжением избыточного вещества. Если материя распределена в пространстве равномерно, то гравитация «не знает», в каком направлении ей действовать. Под действием гравитации в изначально чуть более плотных областях расширение остановится, уступив место сжатию (коллапсу). По ходу коллапса тяготение окружающего вещества могло придать этим областям едва заметное вращение. При стягивании коллапсирующей области ее вращение ускоряется (известно, если фигурист прижмет к себе руки, он начнет кружиться быстрее). Когда размеры такой области станут достаточно малыми, ее вращение ускорится настолько, что может сбалансировать гравитацию. Так образовывались вращающиеся спиральные галактики. Другие области Вселенной, избежавшие вращения, называют эллиптическими галактиками, в них коллапс приостанавливается устойчивым обращением отдельных частей галактики вокруг ее центра, в то время как вся звездная система в целом не вращается.

Со временем водородно-гелиевый газ в галактиках должен был бы распадаться на отдельные облака, которые коллапсировали бы под действием собственного тяготения. При сжатии атомы бы в них сталкивались, и температура газа росла, пока не достигала величины, необходимой для ядерного синтеза. Выделяемое при этом тепло заставляет звезды светиться. Это тепло также увеличивает давление газа, пока оно не приходит в равновесие с силами тяготения. В результате газ перестает сжиматься. Примерно так газовые облака становятся звездами, подобными нашему Солнцу.

Звезды в течение долгого времени сохраняют устойчивость благодаря балансу между выделением тепла в ядерных реакциях и гравитационным притяжением. Однако звезда обречена исчерпать запас водорода. Когда звезда исчерпывает топливо, она начинает остывать и гравитация берет верх, сжатие сближает атомы, заставляя звезду снова разогреться, но это высвобождает не слишком много энергии, звезда взрывается. При коллапсе очень массивной звезды ее внешние слои могут быть выброшены в пространство колоссальным взрывом (вспышкой сверхновой). Примером может служить сверхновая Крабовидная туманность. Китайские летописи относят ее к 1054 г. Взорвавшаяся звезда находилась на расстоянии 5000 световых лет, она оставалась видимой для невооруженного глаза в течение нескольких месяцев и сияла столь ярко,

что была различима даже днем, а ночью при ее свете можно было читать. Если бы вспышка сверхновой произошла в 500 световых годах, то она была бы в 100 раз ярче и превратила бы день в ночь. Чтобы почувствовать мощь такого взрыва, представьте, что вспышка соперничала бы с сиянием Солнца, даже притом что звезда находилась бы в десятки миллионов раз дальше него (Солнце находится в 8 световых минутах). В отдельной галактике сверхновые появляются примерно раз в 100 лет, но это средние показатели. К сожалению для астрономов, последняя вспышка сверхновой в Млечном Пути произошла до изобретения телескопа в 1604 г. При вспышке сверхновой материя, выброшенная в межзвездную среду, становится сырьем для формирования следующего поколения звезд.

На сегодня наука не имеет принятых вариантов ответа на несколько ключевых вопросов:

- Какова сущность скрытой массы (темной материи)? Различные космологические наблюдения дают сильные аргументы в пользу того, что в нашей и других галактиках должно быть намного больше вещества, чем мы видим. Самое убедительное наблюдение – то, что звезды на краях спиральных галактик, подобных нашему Млечному Пути, обращаются намного быстрее, чем если бы они удерживались на своих орбитах только гравитационным притяжением наблюдаемых нами звезд. С 1970-х гг. известно о существовании различий между наблюдаемыми скоростями обращения звезд во внешних областях спиральных галактик и орбитальными скоростями, которые ожидаются в соответствии с законами Ньютона. Это расхождение указывает, что во внешних частях спиральных галактик должно быть намного больше вещества. Кроме того, большинство галактик входят в состав скоплений, и мы можем аналогичным образом сделать вывод о присутствии темной материи между галактиками в этих скоплениях по влиянию на движения галактик.

Фактически количество темной материи во Вселенной значительно превышает количество обычного вещества. Это одна из фундаментальных задач – открыть природу формы темной материи во внешних областях галактик. До 1980-х гг. предполагалось, что это обычное вещество, состоящее из протонов, нейтронов и электронов, но находящиеся в трудно обнаруживаемой форме (белые карлики, нейтронные звезды или даже черные дыры). Однако сегодня космологи склоняются к тому, что значительная часть темной материи должна отличаться от обычного вещества. Возможно, она складывается из огромного числа очень легких частиц – аксионов или нейтрино. Она также может состоять из более экзотических слабо взаимодействующих массивных частиц, существование которых предсказывают современные теории элементарных частиц, но которые никогда не регистрировались экспериментально.

- Какова сущность темной энергии? Стандартное определение вакуума – состояние, в котором отсутствуют частицы. Поскольку энергия заключена именно в частицах, ученые полагали, что нет частиц – нет и энергии, энергия вакуума равна нулю. В 1998 г. астрономические наблюдения показали, что разбегание галактик немного отличается от закона Хаббла. Объяснением этого факта оказалась идея о существовании

положительной энергии вакуума. Обнаруженная темная энергия оказалась однородно распределенной в пространстве. Подобную однородность трудно осуществить, ведь если бы эта энергия была заключена в каких-то частицах, гравитационное взаимодействие заставляло бы их собираться в грандиозные конгломераты. Поэтому энергия в пространстве-вакууме объясняет устройство мира.

По знаменитому уравнению Эйнштейна $E = mc^2$ энергия вакуума имеет массу. Это означает, что она оказывает гравитационное влияние на расширение Вселенной. Однако весьма примечательно, что воздействие энергии вакуума противоположно влиянию обычной материи. Вещество замедляет расширение и может в итоге остановить и обратить его вспять. Энергия вакуума, напротив, ускоряет расширение, как при инфляции.

- Почему Вселенная содержит гораздо больше частиц, чем античастиц?
- Почему пространство трехмерно?
- Что такое гравитация?
- Какая модель будущего Вселенной верна? Решение вопроса о будущем Вселенной зависит от двух вещей – наблюдаемой ныне скорости расширения Вселенной и ее сегодняшней средней плотности (количества материи, приходящегося на единицу объема пространства). Чем выше текущая скорость расширения, тем большая гравитация, а значит, и большая плотность вещества требуется, чтобы остановить расширение.

Модель «закрытой Вселенной». Если средняя плотность выше некоторого критического значения (определяемого скоростью расширения), то гравитационное притяжение материи сможет остановить расширение Вселенной и заставить ее сжиматься. Пульсирующая модель Вселенной – вслед за периодом расширения наступает период сжатия, и все заканчивается «Большим хлопком».

Модель «плоской Вселенной». Если средняя скорость в точности соответствует критическому значению, то расширение Вселенной будет вечно замедляться, все ближе подходя к статическому значению, но никогда не достигая его. Вселенная со строго подогнанной средней плотностью, в точности равной критической. В этом случае наш мир Евклидов, и его расширение все время замедляется.

Модель «открытой Вселенной». Если средняя плотность ниже некоторого критического значения (определяемого скоростью расширения), то гравитационное притяжение материи не остановит расширения Вселенной и она будет расширяться вечно – равномерно расширяющаяся по инерции Вселенная, или Вселенная, расширяющаяся со все нарастающей скоростью. Новейшие экспериментальные данные и теоретические изыскания говорят о том, что Вселенная разлетается все быстрее (5–10% за миллиард лет), и большая часть галактик в будущем будет нам недоступна.

Ключевой параметр для выбора модели – средняя плотность Вселенной. Если мы сложим массы всех видимых звезд в нашей и других галактиках, сумма будет меньше сотой доли того, что требуется для остановки расширения Вселенной. Наблюдения до 1998 г. свидетельствовали о том, что плотность энергии составляет примерно 30% от критического значения. Недостающие 70% энергии нашлись, но найденная энергия оказалась такой странной, что вызвала больше вопросов, чем дала ответов. Искомая темная энергия – это энергия вакуума. От объяснения сущности энергии вакуума зависит выбор сценария будущего Вселенной.

Еще один весьма значимый вопрос: почему все константы в природе словно подогнаны так, чтобы возникла разумная жизнь? Макроскопические свойства наблюдаемого мира, наличие галактик, звезд, планетных систем, жизни на Земле обусловлены небольшим количеством констант, характеризующих различные свойства элементарных частиц и основные типы фундаментальных взаимодействий. Если бы масса электрона была в 3–4 раза больше ее значения, то время существования нейтрального атома водорода исчислялось бы несколькими днями. А это привело бы к тому, что галактики и звезды состояли бы преимущественно из нейтронов и многообразие атомов и молекул в их современном виде просто не существовало бы. Современная структура Вселенной очень жестко обусловлена также величиной $m = m_{\text{нейтрона}} - m_{\text{протона}}$, разницей в массах нейтрона и протона. Разница очень мала и составляет всего около 10^{-3} от массы протона. Однако если бы она была в 3 раза больше, то во Вселенной не мог бы происходить нуклеосинтез и в ней не было бы сложных элементов. Увеличение константы сильного взаимодействия всего на несколько процентов привело бы к тому, что уже в первые минуты расширения Вселенной водород полностью бы выгорел и основным элементом в ней стал бы гелий. Константа электромагнитного взаимодействия тоже не может существенно отклоняться от своего значения – $1/137$. Если бы, например, она была больше $1/80$, то все частицы, обладающие массой покоя, аннигилировали бы и Вселенная состояла бы только из безмассовых частиц.

Есть и много других «счастливых» совпадений, которые будто бы специально объединились в одной Вселенной для того, чтобы сделать возможным наше существование. Это кажущееся удивительным обстоятельство стало основанием для распространения в космологии своего рода «моды» на так называемый антропный принцип. Суть его составляет положение об особом, привилегированном положении человека во Вселенной. Если бы человека не было, Вселенная была бы другой. Данная Вселенная предопределена присутствием в ней нас как наблюдателей.

Антропный принцип предполагает, что различные числовые константы физических уравнений (например, сила тяготения, создаваемая протоном) произвольны: они могли бы быть и больше, и меньше. Можно даже рассчитать, какой была бы Вселенная, если бы та или иная из этих констант имела бы другое значение (или в других случаях иными были бы начальные условия). Например, если бы сила тяготения, создаваемая одним протоном (то есть гравитационная постоянная), была бы чуть меньше, то все звезды были бы красными карликами (небольших размеров и малой светимости). А если бы,

наоборот, была бы чуть большей, то все они стали бы огромными голубыми гигантами с высокой светимостью и быстро бы «выгорели». В обоих случаях возле них не могли бы существовать планеты с температурными условиями, пригодными для жизни, а значит, не было бы и нас.

Если рассуждать в рамках классического естествознания, то антропный принцип абсурден: миллиарды лет все развивалось, якобы имея в виду человека. Фантаст и философ Станислав Лем иронически сравнил антропный принцип с принципом ликера Chartreuse, взятого в качестве космогонического критерия: «Изготовление этого ликера было, правда, возможно благодаря свойствам космического вещества, но мы можем прекрасно представить себе историю и космоса, и Солнца, и Земли, и человечества без ликера Chartreuse». Отношения между человеком и Вселенной в антропном принципе напоминают то отношение, при котором за причину жары принимают расширение ртути в стеклянном столбике термометра. Тогда, антропный принцип – это элементарное нарушение законов логики, когда из более позднего события выводятся более ранние, а также происходит общее перевертывание причинно-следственной зависимости.

Утверждение, что «Вселенная – удивительная вещь» или что она вся зависима от случайных событий, исходит из понимания вероятности возникновения именно такой Вселенной, в которой мы живем. Под вероятностью понимают частоту некоего события в некой серии наблюдений. Между тем мы знаем только одну Вселенную, поэтому не совсем ясно, что означает по отношению к ней слово «невероятная». Возможно, имеется в виду, что из всех мыслимых сочетаний конкретных значений физических констант лишь немногие позволяют реализовать условия, при которых возможна известная нам форма жизни. Но если этим хотят сказать, что константы природы могут иметь именно присущие им значения, то есть такие, которые образуют непротиворечивое сочетание, то все дискуссии о том, какой могла бы быть Вселенная при других значениях констант, приводят к заключению о невозможности существования такой Вселенной.

Вопрос о том, какова Вселенная на самом деле, перестал быть правомерным уже после теории относительности Эйнштейна, с крушением классической парадигмы науки. Если бы существовали другие Вселенные, реальные или потенциальные, мы бы присутствовали как наблюдатели только там и тогда, где условия допускают наше существование. Поэтому любая Вселенная, которую мы наблюдаем, неизбежно будет обладать «удивительными свойствами», благоприятными для развития жизни. Британский астроном М. Рис проводит аналогию с очень большим магазином одежды: «Если там широкий ассортимент, вас не удивит, что вы найдете подходящий костюм. Если существует множество вселенных, каждая из которых управляется свои набором параметров, то среди них будет хотя бы одна, в которой реализовывался особый набор параметров, подходящий для жизни. Мы находимся в такой Вселенной» [\[27\]](#).

Серьезные представители неклассической науки относятся к антропному принципу серьезно, он завоевывает все большее число сторонников. Смысл антропного принципа

трактуются как вопрос о том, не включен ли человек в проектировании Вселенной более радикальным образом, чем считали до сих пор. По сути, антропный принцип делает предметом анализа образ Вселенной, который имеет человечество, заставляющий вернуться к вопросу о том, каково соотношение реальности и нашего образа мира. Человек для проникновения в тайны Вселенной использует сложную технику, включающуюся в содержание познавательной деятельности.

Обращение к антропному принципу интересно в том отношении, что его рассмотрение выявляет определенные особенности человеческого мышления. Само его распространение в культуре XX в. иллюстрирует мысль о том, что идеи не умирают, приобретая со временем лишь более утонченную форму. Основные философские идеи и доводы как в пользу антропного принципа, так и против него, были известны уже в досократовской Греции. Антропный принцип связан с трудностями, которые испытывает мышление, пытаясь отказаться от рассмотрения человека как центра всего сущего. Антропологизм – философская концепция, представители которой усматривают в понятии «человек» основную мировоззренческую категорию и утверждают, что только исходя из нее можно разработать систему представлений о мире.

У любого человека рано или поздно возникает вопрос: конечна или бесконечна Вселенная? Эту проблему пытались решить еще великие философы древности исходя из простых и на первый взгляд неопровержимых логических соображений.

Коль признать, что пространство

Вселенной конечно,

То если б кто-нибудь

вдруг, разбежавшись в стремительном беге,

Крайних пределов достиг и

оттуда, напрягши все силы,

Бросил с размаху копье, то –

как ты считаешь? – Оно бы

Вдаль полетело, стремясь

неуклонно к намеченной цели,

Или же что-нибудь там на пути бы

ему помешало,

То иль другое признать придется

тебе неизбежно,

Но ни одно не дает тебе выхода,

и согласиться

Должен ты, что без конца

распростерто пространство Вселенной [\[28\]](#).

Почти невозможно представить себе пространство, в любом направлении простирающееся безгранично, но еще труднее представить обратное: у Вселенной есть конец, край, граница. Ведь тогда возникает естественный вопрос: а что находится за пределами Вселенной? Ответ прост: нам никогда не добраться до края Вселенной, и не потому, что мы не имеем возможности преодолеть огромные расстояния, а потому, что пространство изогнуто таким образом, что оно остается безграничным, но конечным [\[29\]](#).

Любое тело находится в пространстве, пространство определяет его геометрические свойства, вблизи тел пространство искривляется. Благодаря этому лучи света распространяются во Вселенной не по прямым, а по изогнутым линиям. В наших масштабах мы с этими процессами дела не имеем. Однако при космических масштабах искривление пространства приобретает значение. В таком искривленном мире неограниченность и бесконечность не одно и то же, неограниченное пространство, пространство без края может быть конечным. Что касается пространства Вселенной, то его неограниченность – философский вопрос, так как если бы Вселенная была ограничена, то за материальным миром находилось бы нечто нематериальное. А если говорить о конечности материального мира, то в этом случае проблема бесконечности приобретает естественно-научный характер.

Та часть Вселенной, в которой существует человечество, составляет звездную систему – Галактику Млечный Путь. Галактики представляют собой гигантские скопления звезд и их систем, имеющих центр (ядро) и различные – сферическую, спиралевидную, эллиптическую, сплюснутую и вообще неправильную – формы. Ближайшие к нашей Галактике звездные системы удалены на расстояние примерно 150 тыс. световых лет [\[30\]](#). Галактик – миллиарды только в видимой части Вселенной, которая доступна наблюдению. Их совокупность – Метагалактика (мета – от греч. meta – между, после, через). Если мы представим Солнце размером с апельсин, то Земля будет не более песчинки, вращающейся на расстоянии десяти метров от Солнца. Тогда как наша Вселенная – 200 млрд апельсинов, в среднем удаленных друг от друга примерно как Киев от Москвы.

Галактика Млечный Путь – гигантская звездная система – состоит из 150–200 млрд звезд, имеет ядро и несколько спиральных ветвей. Размеры Млечного Пути – 100 тыс. световых лет. Большая часть звезд нашей Галактики расположена в гигантском «диске» толщиной около 1500 световых лет. Наше Солнце находится от центра Галактики на расстоянии 30 тыс. световых лет. Несмотря на то что Млечный Путь представляется нам весьма густой звездной системой, в действительности звезды в Галактике расположены довольно редко. Расстояние между ближайшими звездами в десятки миллионов раз превосходит их поперечники. Звезды, составляющие Галактику, движутся вокруг ее центра. С огромной скоростью 220 км/с несется в мировое пространство наше Солнце,

увлекая за собой свои планеты. Солнечная система совершает оборот вокруг галактического центра за 230 млн. лет.

Солнечная система состоит из Солнца и 8 планет, обращающихся вокруг него. Реальное расстояние от Солнца до Земли 149 млн км, что составляет 107 его диаметров. Чтобы представить себе масштабы Солнечной системы, воспользуемся сравнением: если бы у нас был космический корабль, движущийся со скоростью в 1/100 скорости света, то путь от Москвы до Нью-Йорка потребовал бы 3 секунды, до Солнца мы бы добирались за 15 часов, на пересечение Солнечной системы ушел бы месяц.

Еще древние греки знали о семи светящихся телах на небе, движущихся на фоне неподвижных звезд. Это были: Солнце, Луна, Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. Современные названия связаны с именами богов древнеримской мифологии. Меркурий – посланец богов – яркость и быстрота перемещения по небу; Венера – богиня любви и красоты – яркость и красота; Марс – бог войны – красноватый оттенок; Юпитер – верховный бог – величавый и спокойный блеск; Сатурн – бог времени и судьбы – свинцовомертвое сияние и медленное перемещение. Они называли их планетами или странниками. После Н. Коперника планетами стали считать тела, вращающиеся вокруг главного светила, тогда Землю внесли в перечень планет, а Солнце и Луну из него вычеркнули. Благодаря появлению телескопов в перечень планет в 1781 г. добавился Уран, а в 1846 г. – Нептун. Существование девятой планеты Солнечной системы Плутона было теоретически предсказано в 1915 г. американским ученым П. Лойэллом, а спустя еще 15 лет сотрудник той же лаборатории К. У. Томбо обнаружил планету на фотографии звездного неба и понял, что это девятая большая планета Солнечной системы.

Однако в августе 2006 г. Международный астрономический союз заключил, что планета представляет собой объект, который обращается вокруг звезды и настолько велик, что принял сфероидальную форму и вблизи своей орбиты не имеет сравнимых по массе соседей, то есть планета доминирует в своей орбитальной зоне, отбрасывая малые тела вдаль, поглощая их при столкновениях или удерживая их на стабильной орбите. У восьми планет от Меркурия до Нептуна вероятность захватить или отбросить от своей орбиты соседнее малое тело в тысячи раз выше, чем у Плутона. Плутон, недостаточно массивен, чтобы разогнать все малые объекты в своих окрестностях. Сегодня каждая из 8 планет имеет в 5 тысяч раз большую массу, чем все мелкие образования в ее окрестностях. Плутон, отнесенный сегодня к объектам пояса Койпера, существует в окружении сравнимых с ним тел, поэтому научное сообщество вычеркнуло Плутон из списка планет. В августе 2006 г. Международный астрономический союз изменил статус Плутона в классификации планет. Изменение статуса Плутона среди планет отражает серьезные изменения, происходящие с 1990-х гг. в понимании формирования и эволюции Солнечной системы. Дискуссия о научном определении понятия «планета» станет хрестоматийным примером того, что научное познание не застывшая догма.

Законы движения планет вокруг Солнца открыл немецкий ученый И. Кеплер (1571–

1670). Он установил, что планеты перемещаются по нескольким вытянутым окружностям-эллипсам. Чем ближе планета к Солнцу, тем выше скорость. Но законы Кеплера ничего не говорят о тех силах, которые этим движением управляют. Решение этой проблемы пришло в результате открытия И. Ньютоном закона всемирного тяготения. Именно сила тяготения удерживает планеты у Солнца и задает им вращение по замкнутым орбитам.

Все планеты движутся в одну сторону вокруг Солнца, в одной плоскости и почти по круговым орбитам. По своим физическим характеристикам планеты образуют две группы, отличающиеся размерами, плотностью, химическим составом. Первую группу составляют Меркурий, Венера, Земля, Марс – небольшие планеты, значительной плотности, состоят в основном из силикатов и металлов. Во вторую входят гиганты, малой плотности, быстро вращающиеся вокруг оси, состоящие в основном из летучих элементов (Юпитер, Сатурн – преобладает водород, гелий, видимо в тех же пропорциях, что и у Солнца; химический и изотопный состав Юпитера отражает, вероятно, межзвездный состав той среды, которая была 5 млрд лет назад, на Уране и Нептуне преобладают метан, аммиак, вода).

Четкое деление тел на планеты и непланеты отражает важные моменты формирования Солнечной системы. По существующей гипотезе объекты Солнечной системы формировались из протопланетного облака, вращающегося вокруг Солнца. По некоторым данным, уплотнение пылевых частиц могло произойти в результате относительно близкого взрыва сверхновой звезды. Взрыв сверхновой мог ускорить и стимулировать процесс конденсации, а также обеспечить содержание в составе газовой туманности тяжелых элементов. Когда плотность слоя достигла некоторого значения, его собственное тяготение стало соперничать с тяготением Солнца, слой пыли оказался неустойчивым и распался на некоторые пылевые сгустки. Наиболее крупные приобрели полевые орбиты и в своем росте стали обгонять другие тела, став потенциальными зародышами планет. Они присоединили к себе оставшееся вещество газопылевого облака. Так, считают, что 98% своей массы Земля приобрела за 100 млн. лет. В Солнечной системе орбиты планет не пересекаются, поэтому они и не сталкиваются, а поскольку каждая из них динамически доминирует в своей зоне, их не может быть много. Если бы мы попытались втиснуть новую планету между двумя существующими, то гравитационные возмущения через некоторое время дестабилизировали бы ее орбиту.

Мелкие объекты были захвачены более крупными, либо выброшены из Солнечной системы, либо поглощены Солнцем. Астероиды, кометы, метеориты, вероятно, являются остатками материала, из которого сформировались планеты. Пояс Койпера представляет собой остаток внешней части исходного диска, где вещество было слишком разреженным для формирования планет. Происхождение системы регулярных спутников авторы космогонических гипотез обычно объясняют повторением в малом масштабе тех же процессов, которые они предлагают для объяснения образования планет Солнечной системы. Спутники есть у Сатурна, Юпитера, Урана, Земли.

Основными источниками энергии в недрах планет являются радиоактивный распад элементов и выделение гравитационной потенциальной энергии при постепенном перераспределении вещества по глубине в соответствии с плотностью. На Земле подобное перераспределение еще не завершилось. Такие процессы вызывают перемещение отдельных участков земной коры, деформацию, горообразование, тектонические и вулканические процессы. Поверхность планет и их спутников формируют как указанные эндогенные процессы, так и экзогенные падения метеорных тел, эрозия под действием осадков, химические взаимодействия поверхности с атмосферой и т. д.

Другая альтернативная гипотеза – электромагнитная гипотеза шведского астрофизика Х. Альвена, усовершенствованная Ф. Хойлом. Х. Альвен исходил из предположения, что некогда Солнце обладало очень сильным электромагнитным полем. Туманность, окружавшая светило, состояла из нейтральных атомов. Под действием излучений и столкновений атомы ионизировались. Ионы попадали в «ловушки» из магнитных силовых линий и увлекались вслед за вращающимся светилом. Постепенно Солнце потеряло свой вращательный момент, передав его газовому облаку. Слабость предложенной гипотезы заключалась в том, что атомы наиболее легких элементов должны были бы ионизироваться ближе к Солнцу, а атомы тяжелых элементов – дальше. Значит, ближайшие к Солнцу планеты должны состоять из наилегчайших элементов – водорода и гелия, а наиболее отдаленные – из железа и никеля. Наблюдения же свидетельствуют об обратном. В связи с этим английский астроном Хойл предложил новый вариант гипотезы, согласно которому Солнце зародилось в недрах туманности. Оно быстро вращалось, и туманность становилась все более плоской и превращалась в диск. Постепенно диск тоже стал разгоняться, а Солнце затормозилось. Момент количества движения переходил к диску, в котором начали образовываться планеты. Если предположить, что первоначальная туманность уже обладала магнитным полем, то вполне могло произойти перераспределение углового момента.

Центральное тело нашей системы – Солнце – плазменный шар с плотностью $1,4 \text{ г/см}^3$ и температурой поверхности 6000 градусов по Цельсию. Ежесекундно оно излучает такое количество тепла, которого бы вполне хватило, чтобы растопить слой льда, окружающего земной шар толщиной 1000 км. О внутренней жизни Солнца можно судить по процессам на его поверхности. Ученые уже давно задумались над тем, как Солнце восполняет запасы своей энергии, столь щедро излучаемой в мировое пространство. На первых порах наиболее естественным считалось, что энергия Солнца не пополняется. Рассчитали, что при этом температура Солнца должна уменьшаться на 2% в год, а следовательно, уменьшилось бы количество тепла и света, получаемых Землей. Между тем измерения в течение ряда лет говорили о постоянстве потока светового и теплового излучения. А это значит, что энергия постоянно пополняется. Высказывали предположение, что таким источником может служить непрерывное сжатие Солнца под действием сил тяготения, так называемое гравитационное сжатие. Тогда бы тепла и света хватило бы на 30 млн. лет. Но геологические данные свидетельствуют, что Земле не менее 5 млрд лет, следовательно, возраст Солнца

должен быть не меньше. Гравитационное сжатие может служить источником энергии лишь для очень молодых звезд. Колоссальная температура, достигаемая при сжатии, «зажигает» термоядерную реакцию.

В настоящее время можно считать доказанным, что Солнце – медленно горящая водородная бомба. При огромнейших температурах и чудовищных давлениях протекают термоядерные реакции, которые сопровождаются выделением огромного количества энергии. Термоядерная реакция будет происходить на Солнце до исчезновения запасов водорода. В настоящее время они составляют 60% массы Солнца, такого резерва должно хватить на несколько десятков миллиардов лет, то есть человечество обеспечено теплом и светом.

Но Солнце излучает и потоки невидимых ультрафиолетовых и рентгеновских лучей. Воздействие этих лучей на характер процессов на Земле было отмечено уже давно. Изучение же началось недавно. Количество тепла и света, посылаемого Солнцем на Землю, относительно постоянно, интенсивность его невидимого излучения постоянно меняется, она зависит от уровня солнечной активности. Замечено, что в деятельности Солнца наблюдаются своеобразные циклы, в течение которых солнечная активность достигает максимального значения, а затем убывает. Это происходит приблизительно каждые 11,1 года, данный средний период циклически меняющейся солнечной активности получен в результате организованных Р. Вольфом (1816–1893) систематических наблюдений за Солнцем. Одновременно на Земле происходят магнитные бури, усиление ионизации верхних слоев атмосферы, нарушения радиосвязи. Интенсивность излучений влияет не только на природный магнетизм, погоду, но и на биосферу, в том числе на человека.

В 1930-х гг. по инициативе профессора А. Л. Чижевского (1897–1964) Международный институт по изучению солнечных, земных и космических излучений рассылал французским госпиталям и больницам специализированные извещения о предстоящих усилениях солнечной активности. В это время с особой тщательностью фиксировались отклонения в состояниях пациентов (изменение давления, появление болей, колебания температуры). Данные пересылались в институт и сравнивались с астрономическими данными о колебаниях солнечной активности. Результаты наблюдений оказались весьма любопытными. В больницах было зафиксировано свыше 40 тысяч острых сердечных приступов, и когда вычертили кривую распределения частоты приступов по времени, оказалось, что она является почти точной копией графика астрономов (при пиках солнечной активности число сердечных приступов резко возрастало). Наблюдения, продолженные А. Л. Чижевским на Дальнем Востоке, показали, что большие вспышки эпидемий энцефалита совпадали с максимумами солнечной активности.

Со всплесками солнечной активности некоторые исследователи связывают глобальные безумства всего человечества: Первая мировая война (1914–1918), Вторая мировая война (1939–1945); а также сравнительно локальные общественные потрясения – революции (в 1649 г. – в Англии, в 1848–1849 гг. – во Франции, Австрии,

Венгрии, Германии, Италии, в 1859–1860 гг. – в Италии, в 1905–1907 и 1917 гг. – в России, в 1925–1927 гг. – в Китае, в 1956–1959 гг. – на Кубе, в 1979 г. – в Никарагуа) или так называемые контрреволюции (1956 г. – Венгрия, 1968 г. – Чехословакия, 1980 г. – Польша, 1991 г. – Советский Союз). Однако до тех пор пока не будет представлено объяснение статистическим совпадениям, нельзя считать доказанной причинно-следственную связь между изменением активности Солнца и поведением масс людей, судьбами политических режимов и социальными потрясениями.

Вычисление радиуса Земли было достаточно точно осуществлено еще древнегреческим математиком Эратосфеном (ок. 276–194 г. до н. э.). Полученные им данные незначительно отличаются от современных: ныне от центра до экватора радиус Земли составляет в среднем 6378 км [\[31\]](#). Вращение Земли вокруг своей оси было доказано опытным путем. Казалось бы, находясь на Земле, мы не можем заметить ее вращения. Если с высокой башни сбросить шарик, то он будет падать не строго по вертикали, а отклоняясь к востоку, так как, находясь наверху, он движется при вращении Земли несколько быстрее, чем основание башни. Но такое отклонение от вертикали невелико, при падении с высоты 100 м оно составит несколько миллиметров.

Вес земного шара, кажется, определить уж совсем невозможно. Но, используя закон всемирного тяготения, открытый Ньютоном, это сделать возможно: все тела в мире притягиваются друг к другу, причем сила притяжения прямо пропорциональна массе тела – чем больше масса тела, тем с большей силой оно притягивает к себе другие тела. На Земле сила притяжения между различными предметами настолько мала, что мы ее попросту не замечаем, за исключением притяжения между телами и самой Землей. Поскольку масса любого тела на Земле во много раз меньше массы земного шара, то все тела притягиваются этим шаром, а не наоборот. Яблоко падает на Землю, сама Земля тоже притягивается шаром, но сила такого притяжения ничтожна, и мы видим только падение яблока. Но хотя сила притяжения между отдельными предметами ничтожна, ее можно измерить, что и было сделано. Впервые такой опыт поставил английский ученый Кавендиш: при помощи крутильных весов (изобретение Кулона) он измерял, с какой силой большой свинцовый шар притягивает к себе малые свинцовые шарики, а потом сравнил эту силу с другой – притяжением маленьких шариков к Земле. Во сколько раз эта сила больше первой, во столько раз масса Земли больше массы шара. Масса Земли равна $6 \cdot 10^{21}$ тонн. Зная вес и объем, легко вычислить плотность Земли, она равна $5,5 \text{ г/см}^3$, то есть вещество земного шара в 5,5 раза тяжелее воды.

Сущность современного этапа научно-технического прогресса многие исследователи видят в том, что развитие науки связано с так называемой космической революцией в науке. Наука пошла по космическому пути, только в биологии насчитывается около десятка направлений космического характера. Обсуждаются возможности производства вне Земли, возможности космического использования земной промышленности. На выход в космос нацелен военнопromышленный и военно-исследовательский комплекс большинства развитых стран.

Космизация науки имеет своей обратной стороной распространение в общественном

сознании космической мифологии. Отношение к роли космических процессов в жизни человека сегодня во многом характеризуется чертами, присущими мифологическому сознанию, что позволяет говорить о складывании космической мифологии XX в. Специфика мифологического сознания в том, что оно представляет собой не просто игру фантазии, бессознательно-художественное отражение действительности. Мифология представляет собой своеобразное моделирование мира, в значительной степени зависящее от эмоциональной сферы жизни людей. Объяснение природных и социальных явлений, мира в целом в мифе сводится к рассказам о происхождении и творении (генетизм мифа). В наше время значение мифологического сознания не уменьшается, подтверждением этого может служить космическая мифология.

Не проходит ни одного дня, чтобы в средствах массовой информации не сообщалось о контактах землян с НЛО или его экипажем. После полета Юрия Гагарина в космосе побывали около тысячи землян. Масса людей называет себя очевидцами посещений Земли инопланетянами, в историческом прошлом открывается все больше свидетельств о пребывании на Земле чужих космонавтов, множество людей желает или не менее страстно не желает быть похищенными пришельцами. 45 млн взрослых американцев уверены, что межзвездные экспедиции регулярно посещают их страну. Массовый интерес, вера в НЛО, в инопланетян, в астрологические прогнозы, то есть в теоретически необоснованные и фактуально недоказанные утверждения, показывают, что сознание людей ныне претерпевает глубокую трансформацию. Меняется направленность человеческого воображения и восприятия, они устремляются к явлениям космического порядка. Все новое, необычное склонны объяснять не земными причинами, а космическими, влиянием небес. Но это не небеса человекоподобного Бога христианской или мусульманской религии, наоборот, Бог из них вытесняется, вытесняется или астрологией, или максимально совершенными объектами технической мысли, когда в роли всемогущей силы выступает некая высшая цивилизация, управляемая всезнающим сверхмощным компьютером. Развитие науки не дает преимуществ в преодолении мифологического сознания. Этот параметр неотъемлем от человека, он меняется только по форме. Например, по мере космизации воображения людей занятия астрологией все чаще стали претендовать на переход из ряда суеверий и ересей в категорию официального базисного знания. В последние десятилетия XX в. астрология стала занимать нишу между догматизмом веры и сложностью науки и технологии, причем в первую очередь в тех странах, которым пришлось испытать глобальные социальные потрясения. Быстрые темпы изменения условий жизни людей под влиянием новейших достижений науки (становление мира компьютерной техники, информационной реальности, развитие генной инженерии и биотехнологии, становление нанонауки и нанотехнологии) создают трудности в адаптации человека к техногенной среде. Психологические проблемы принятия нового мира выливаются в стремление к поиску достаточно простых объяснений сложных процессов на базе немногих факторов. Именно таковы объяснения с привлечением космических причин тех или иных процессов.

Общепринятые правила астрологии в основном сложились 2 тыс. лет назад и были зафиксированы в трудах древнегреческих ученых. С тех пор в результате перемещения

земной оси относительно плоскости земной орбиты система звездных координат переместилась, а астрологические знаки остались без изменений. Кроме того, за века заметно поменяли свое положение границы созвездий: если Солнце, например, согласно представлениям астрологов в созвездии Тельца, то астрономы считают, что оно уже в знаке Близнецов. Более того, Солнце в своем годичном вращении пересекает границы 13 созвездий, однако статуса зодиакального этот 13-й знак (Змееносец) не имеет. В древние времена вычисления астролога требовали серьезной астрологической подготовки и большого объема вычислений. Сегодня, пользуясь регулярно публикуемыми астрономическими данными, составить прогноз нетрудно.

Астрологи говорят, что предсказания их не абсолютно надежны, а подтверждаются с большой вероятностью, но следует обратить внимание на то, что никогда не описывается процедура подсчета вероятности астрологического прогноза. Попытка интуитивно оценить вероятность какого-либо события очень сильно зависит от психологического настроя человека и чаще всего дает неверный результат. Вот пример, приведенный популяризатором математики Дьюдни [\[32\]](#). Он описывает казино, в котором установлены десятки игровых автоматов. Устройство автоматов таково, что помещение оглашается звуками, свидетельствующими о том, что люди выигрывают. Каждый раз, когда на экране 3 маленькие вишенки выстраиваются в ряд, машина высыпает на поднос горсть 25-пенсовых монет. При условии, что проигрыш сопровождается тишиной, человек, только что вошедший в казино, может подумать, что все вокруг выигрывают. Поскольку даже несколько выигранных монет, которые автомат выдает в среднем в одной из 10 попыток, могут производить более или менее постоянный шум в помещении, где установлено не менее 10 автоматов. Явление фильтрации, помимо иллюзии «беспроигрышного казино», делает вывод Дьюдни, лежит в основе многих заблуждений.

Наука старается не упорствовать в своих заблуждениях, стараясь как можно быстрее освободиться от них. Астрологи же стремятся поддержать мифы, сопровождающие их деятельность. Имея дело с большими массами прогнозов, создать миф не так уж сложно. Приведу еще пример из статьи Дьюдни. На математическом заблуждении могут быть основаны возможности привлечения средств клиентов. Предположим, что биржевой агент рассылает письма значительному количеству клиентов. В половине из них он предсказывает, что акции конкретной фирмы возрастут в цене на протяжении ближайших нескольких дней, в другой половине он пишет, что цена акций упадет. При изменении цены акций агент рассылает письма клиентам только той группы, которые получили верный прогноз, напоминая, что его предсказания оказались верными, и делает следующее предсказание. В половине новых писем он предсказывает, что цена акций будет продолжать расти, в оставшихся сообщает, что цена будет падать. В результате некоторого количества таких манипуляций останется небольшая группа людей, уверовавших в абсолютную точность прогнозов данного агента, она и доверит свои капиталы биржевому агенту. Это хороший пример того, как, манипулируя случайными событиями, можно добиться желаемых целей. Для астролога важно количество предсказаний, ошибочные будут забыты, а те, которые случайно совпадут с реальными событиями, дадут возможность неоднократно напоминать о них и создать

иллюзию соответствия астрологического предсказания научному прогнозу. Действительная причина, по которой ученые не верят в астрологию, связана не с научными фактами или их отсутствием, а с тем, что астрология не совместима с другими теориями, которые были проверены в экспериментах.

Космическая мифология синкретична, она питается как экспериментально достоверными данными о Земле и космосе, так и традиционными религиозными представлениями, особенно Востока, гипотезами научной фантастики. Она дает ответ на вопросы, по которым научные теории не могут сказать что-то определенное. Космологи бьются над вопросом: существуют ли во Вселенной, кроме человека, другие представители разума, почему они до сих пор себя не обнаружили? Упование на космос как на среду жизни – самая характерная черта космической мифологии нашего времени.

В целом, космическая мифология обеспечивает ориентацию человека в новой техногенной реальности, его социально-психологическую адаптацию.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Как соотносятся между собой понятия «мир», «космос», «Вселенная»?
2. Что такое геоцентрическая и гелиоцентрическая модели устройства мира?
3. На основании каких признаков астрологию можно отнести к науке? Почему она все-таки не может претендовать на статус научного знания?
4. В чем сущность антропного принципа? Почему антропный принцип является предметом острой моды в естествознании XX в.?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. В 1929 г. американские астрономы установили, что свет, идущий от далеких галактик, смещается в сторону красного конца спектра. Это означает, что: А) их телескоп был неисправен; Б) галактики удаляются от наблюдателя; В) Метагалактика сжимается; Г) Метагалактика пульсирует.
2. Влияние Солнца на Землю не проявляется: А) в приливах и отливах морей и океанов; Б) в магнитных бурях в магнитосфере; В) в ионизации газов в атмосфере; Г) в вулканической деятельности.
3. Гравитация удерживает: А) протоны в ядре; Б) звездные системы в галактике; В) планеты на орбитах; Г) Луну возле Земли; Д) электроны возле ядра в атоме.
4. К планетам земной группы относятся: А) Меркурий, Венера, Земля, Марс; Б) Меркурий, Земля, Марс; В) Земля, Марс; Г) Земля, Марс, Юпитер.

5. Космологическая гипотеза Коперника: А) соответствовала христианскому учению о месте человека в космосе; Б) противоречила христианскому учению о месте человека в космосе; В) была мировоззренчески нейтральна; Г) соответствовала дохристианской мифологии.
6. Космология – это: А) наука о происхождении небесных тел и их систем; Б) наука о Вселенной как едином целом; В) наука об освоении космического пространства человеком; Г) раздел философского знания.
7. Луна меньше Земли, ее диаметр составляет около: А) $1/2$ земного; Б) $1/4$ земного; В) $1/3$ земного; Г) $1/5$ земного.
8. Метагалактика, в которой мы живем, с позиции современной науки находится: А) в стабильном состоянии; Б) расширяется; В) сужается; Г) то расширяется, то сужается.
9. Млечный Путь относится к галактике: А) шаровой; Б) спиральной; В) неправильной формы; Г) эллиптической.
10. Открытие в 1964 г. реликтового электромагнитного излучения убедило ученых в том, что: А) верна теория относительности; Б) Вселенная пульсирует; В) Большой взрыв имел место; Г) после рождения Вселенная уменьшалась и охлаждалась.
11. Предполагается, что в начальный момент развития Вселенной плотность ее вещества была чрезвычайно высокой и вся Вселенная была сосредоточена в точке, по каким-то причинам эта точка взорвалась. Это предположение лежит в основе: А) гипотезы пульсирующей Вселенной; Б) модели горячей Вселенной; В) стационарной модели Вселенной; Г) концепции Большого взрыва.
12. Световой год – это: А) время, за которое луч Солнца достигает Земли; Б) время, за которое Земля совершает полный оборот вокруг Солнца; В) расстояние, которое Земля проходит вокруг Солнца за год; Г) расстояние, которое луч света проходит за год.
13. Спектральный анализ позволяет определить: А) возраст небесного объекта; Б) состав ядра небесного объекта; В) состав и поверхностную температуру объекта; Г) перспективы развития небесного объекта.
14. Существование климата на Земле связано с: А) приливами и отливами морей и океанов; Б) неравномерностью освещенности Солнцем разных участков поверхности Земли; В) наличием спутника – Луны; Г) взаимодействием с другими планетами Солнечной системы.
15. Теоретический вывод о расширении Вселенной впервые экспериментально подтвердил: А) Г. А. Гамов; Б) Р. Вильсон; В) А. А. Фридман; Г) Э. Хаббл.
16. Что из нижеперечисленного отражает особенности изучения Вселенной в XX в.: А) преимущественное внимание к изучению механического движения космических тел; Б) преимущественное внимание к изучению физических и химических свойств

космических тел; В) возможность непосредственного исследования с помощью космических аппаратов; Г) изучение излучений на всех диапазонах длин волн.

ГЛАВА 4.

Образы современного физического мира. Концепции современной химии

В классических представлениях в естествознании различают два вида материи – вещество и поле.

Вещество – вид материи, обладающей массой покоя. В конечном счете вещество складывается из элементарных частиц, масса покоя которых не равна нулю (в основном электронов, протонов и нейтронов). В классической физике вещество и поле противопоставлялись друг другу как два вида материи, у первого из которых структура дискретна, а у второго – непрерывна. Квантовая физика, внедрившая идею двойственной корпускулярно-волновой природы любого микрообъекта, привела к нивелированию этого представления. Выявление тесной взаимосвязи вещества и поля привело к углублению представлений о структуре материи. На этой основе были строго разграничены понятия вещества и материи, отождествляющиеся в науке на протяжении многих веков.

Что такое поле? Поле определяется через силы, действующие на некоторый пробный объект (заряд, массу), помещенный в данную точку пространства. Пространство непрерывно. В каждой его точке эта сила имеет вполне определенное значение, считающееся характеристикой поля. При этом переход от точки к точке непрерывный и плавный. Важным свойством поля является непрерывность его характеристик. Именно непрерывность позволяет непрерывно применять математические методы для описания физических характеристик разнообразных объектов. К настоящему времени известно несколько типов физических полей, соответствующих типам взаимодействий, – электромагнитное и гравитационное поля, поле ядерных сил, волновые поля элементарных частиц.

Современные представления дают основания к веществу и полю добавить третий вид материи – физический вакуум.

С точки зрения техники вакуум (от лат. *vacuum* – пустота) – состояние газа, когда длина пробега молекул между последовательными столкновениями становится меньше характерных размеров сосуда, то есть возможна передача энергии не от молекулы к молекуле, а от одной стенки сосуда к другой. Именно поэтому пористые вещества – поролон, обожженная глина, вата и т. п. являются хорошими теплоизоляторами. В абсолютно пустом сосуде (достичь такого состояния невозможно) остается поле, и, оказывается, в физическом вакууме могут виртуально, на некоторый промежуток времени, рождаться пары – частица и античастица, электрон и дырка (позитрон). При этом выполняются, в общем, законы сохранения. Как исследовать эти состояния? Насколько виртуальные частицы отличаются от реальных? Это проблемы современного естествознания.

Наука о веществах зародилась в Египте. Термин «химия» происходит (по Плутарху) от

одного из древних названий Египта, Хеми («черная земля»), и в первоначальном смысле слова означал «египетское искусство». Позже «химия» определялась как искусство создания золота и серебра. Существует и иная точка зрения, связанная с греческим *hymia* – искусство литья (от греч. *huma* – литье).

Химия – наука, изучающая свойства и превращения веществ, сопровождающиеся изменением их состава и строения. В настоящее время химия представляет собой высокоупорядоченную, постоянно развивающуюся систему знаний о химических элементах и их соединениях, энергетике химических процессов, реакционной способности веществ, катализаторах и т. д.

Современная химия занимается получением веществ с заданными свойствами (на это направлена производственная деятельность людей) и выявлением способов управления свойствами вещества (на чем сосредоточена научно-исследовательская деятельность). В этом заключается основная проблема химии и системообразующее начало ее как науки.

Химию обычно рассматривали как науку о составе и качественном превращении различных веществ. В первое время именно по составу реагирующих веществ пытались объяснить свойства полученных новых веществ. Уже на этом этапе ученые встретились с огромными трудностями. Ведь для того чтобы понять, какие именно первоначальные элементы определяют свойства простых и сложных веществ, необходимо наличие точного понятия химического элемента. Были попытки отождествить элементы непосредственно со свойствами и качествами веществ, но они не достигали этой цели. При этом не имелось ясного представления о «простом веществе» и поэтому за него принимали химическое соединение. Так, например, железо, медь и другие известные в то время металлы рассматривались как сложные тела, а окалина, полученная при их прокаливании, – как простое тело. Теперь известно, что окалина, или оксид металла, представляет собой соединение металла с кислородом, то есть является сложным телом.

Такое ошибочное представление было определено господствовавшей в то время ложной гипотезой флогистона, согласно которой сложные тела состоят из соответствующего элемента и особого «невесомого тела» – флогистона. Эта гипотеза была опровергнута известным французским химиком Антуаном Лавуазье (1743–1794) после открытия кислорода и выявления его роли в процессах окисления и горения. Он же первый предпринял попытку систематизации открытых к тому времени химических элементов, хотя при этом отнес к ним и некоторые химические соединения (известь, магнезию и др.). Лавуазье считал элементами только такие тела, которые не поддавались в его время реакции разложения.

Постепенно химики открывали все новые и новые химические элементы, описывали их свойства и реакционную способность и благодаря этому накопили огромный эмпирический материал, который необходимо было привести в определенную систему. Такие системы предлагались разными учеными, но были весьма несовершенными потому, что в качестве системообразующего фактора брались несущественные, второстепенные и даже чисто внешние признаки элементов.

Заслуга Д. И. Менделеева (1834–1907) состоит в том, что, открыв периодический закон, он заложил фундамент для построения подлинно научной системы химических знаний. В его время был известен 61 элемент. Перед ним стояла проблема организации материала. В качестве системообразующего фактора, или «неизменного общего в изменяемом и частном», он выбрал атомную массу, или атомный вес. В соответствии с атомным весом он обнаружил повторяемые подобия через периоды в 8,8 и 18 элементов. Он расположил химические элементы в систему и показал, что их свойства находятся в периодической зависимости от атомного веса. Его периодический закон сформулирован в следующем виде: свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомных весов элементов. Это было гениальное эмпирическое обобщение фактов, а их физический смысл долго оставался непонятым, так как отсутствовали представления о сложности строения атома. Но порядок элементов, основанный на атомном весе, не везде согласовывался с картиной химического подобия. Атомный вес не является наилучшим критерием для упорядочивания элементов. Кроме этого в таблице имелись пустые места, Д. И. Менделеев предсказал существование и свойства элементов, позднее открытых во Франции под именем галлий, и в Германии под именем германий. Благодаря возможности не только объяснять, но и предсказывать его периодическая система получила широкое признание в научном мире.

Сегодня известно около 110 элементов и пустоты в таблице отсутствуют. На базе современных данных о составе атомного ядра и о распределении электронов в атомах периодический закон переформулирован таким образом: свойства простых веществ, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины заряда ядра атома (порядкового номера). Атомные номера последовательно и без пропусков занимают ряд от 1 до 110. Вертикальные колонки таблицы называют группами, а горизонтальные ряды – периодами. Вертикальные группы содержат элементы, имеющие значительные подобия, так же как и все группы соединений, которые они образуют, и демонстрируют систематические изменения от верхнего к нижнему краю. Элементы в горизонтальных периодах демонстрируют плавные изменения при перемещении слева направо (металлы окажутся на левом конце периода, а неметаллы – на правом). Периодическая таблица все еще меняется. Химики считают периодическую систему главной химической концепцией, так как она суммирует основные свойства элементов – изменение их физических свойств, изменение свойств атомов, изменение химических свойств.

Дальнейшее развитие науки позволило уточнить, что свойства химических элементов зависят от их атомного номера, определяемого зарядом ядра. Атомный же вес является средним арифметическим величин масс изотопов, из которых состоит элемент. Изотопами называются разновидности атомов, которые имеют одинаковый заряд ядра, но отличаются по своей массе. Тем самым была решена и проблема химического элемента, которая с XVIII в. оставалась предметом многочисленных дискуссий.

В настоящее время химическим элементом называют вещество, все атомы которого обладают одинаковым зарядом ядра, хотя и различаются по своей массе, вследствие

чего атомные веса элементов не выражаются целыми числами.

Сегодня известно 92 стабильных элемента и многие сотни тысяч чистых веществ, построенных из них. Существуют тысячи минералов, десятки тысяч неорганических и особенно органических соединений, неисчислимо количество сплавов.

Все разнообразие веществ возникает из сложного, но повторяющегося сочетания мельчайших составных частиц – атомов.

Гипотеза об атомах как неделимых частицах вещества была возрождена в естествознании, и прежде всего в физике и химии, для объяснения таких эмпирических законов, как законы Бойля – Мариотта и Гей-Люссака для идеальных газов, теплового расширения тел и различных химических законов. Закон Бойля – Мариотта утверждает, что объем газа обратно пропорционален его давлению, но не объясняет почему. Аналогично этому при нагревании тела его размеры увеличиваются, но эмпирический закон теплового расширения не объясняет причину такого расширения.

Очевидно, что для такого объяснения необходимо выйти за рамки наблюдаемых зависимостей, которые выражаются в эмпирических законах, и обратиться к теоретическим гипотезам и законам. В отличие от эмпирических законов они содержат понятия и величины, относящиеся к ненаблюдаемым объектам. Именно такими объектами являются атомы, а также образованные из них молекулы. С помощью атомов и молекул в кинетической теории вещества убедительно объясняются все перечисленные и другие известные эмпирические законы. Действительно, чтобы ответить на вопрос, почему объем газа увеличивается вдвое, когда его давление уменьшается на столько же, мы представляем себе газ, состоящий из огромного числа атомов или молекул, движущихся беспорядочно в разных направлениях и с разной скоростью. Непосредственно наблюдаемое и измеряемое уменьшение давления газа мы истолковываем как увеличение свободного пробега составляющих его атомов и молекул, вследствие чего возрастает объем, занимаемый газом.

Таким образом, свойства наблюдаемых нами тел и законов их поведения мы объясняем с помощью простых свойств невидимых атомов и молекул. При этом свойства более сложных образований, какими являются молекулы, объясняются также с помощью атомов, так что атомы оказываются последними, далее неразложимыми частицами вещества, а точнее химических элементов.

Объяснения, при которых свойства сложных веществ или тел пытаются свести к свойствам более простых их элементов или составных частей, называют редукционистскими. Однако попытка сведения всех многообразных и сложных свойств и закономерностей тел и явлений окружающего мира к более простым вряд ли могла считаться успешной. Хотя бы потому, что на каждом уровне познания раскрывались новые границы и находились новые неделимые последние частицы материи. Вплоть до конца XIX в. такой частицей считался атом.

К концу XIX в. стало известно, что вещество содержит в себе положительные и

отрицательные заряды. Минимальная «порция» вещества – атом. Следовательно, и атом должен состоять из положительных и отрицательных зарядов и по существовавшим на тот момент представлениям быть неделимым. То, что атомы на самом деле имеют внутреннюю структуру, впервые продемонстрировал Дж. Дж. Томсон (1856–1940). Он показал, что атомы являются универсальной составной частью вещества и обладают внутренней структурой. Его модель атома – модель «желе» (пудинга с изюмом), в котором смешаны положительные и отрицательные заряды и разделить их нельзя.

Но крупнейшие открытия в физике привели к отказу от такой точки зрения. Среди этих открытий следует отметить, во-первых, обнаружение явлений естественной радиоактивности таких химических элементов, как радий и уран. Оказалось, что эти элементы в естественных условиях испускают специфические радиоактивные лучи и в результате превращаются в другие химические элементы, а в конечном итоге – в свинец. Именно так истолковали радиоактивные превращения английские физики Э. Резерфорд (1871–1937) и Ф. Содди (1877–1956). Отсюда непосредственно следовало, что атомы вовсе не являются неизменными, неделимыми и последними кирпичиками мироздания. Вскоре после радиоактивности была открыта мельчайшая частица электричества – **электрон**. В 1913 г. Э. Резерфорд, исследуя рассеяние α -частиц атомами тяжелых элементов, показал, что основная часть массы атома сосредоточена в его центральной части – ядре, так как вдали от него α -частицы проходят беспрепятственно.

Если верна модель «желе», то α -частицы не должны отклоняться от первоначального направления. Если же электрический заряд по атому расположен неравномерно, то α -частицы должны были бы по-разному отклоняться неоднородностями электрического заряда.

Было обнаружено совершенно неожиданное явление – некоторые α -частицы отклонялись от первоначального направления настолько сильно, что почти возвращались к источнику.

Основываясь на этих исследованиях, в 1911 г. Резерфорд предложил новую, «планетарную» модель, уподоблявшую атом Солнечной системе. В центре находится маленькое положительное ядро, содержащее почти всю массу атома, а вокруг ядра – электроны, число которых равно положительному заряду ядра, выраженному в электронных зарядах.

Стала ясна структура атома, удалось определить число электронов в каждом атоме. Сведёние качественных различий между атомами к количественным представляет собой огромный шаг вперед. Стала понятна структура периодического закона Менделеева, принципы систематизации атомов.

Впоследствии эта модель была значительно модифицирована известным датским физиком Н. Бором (1885–1962) и др. Планетарная модель на основе классических представлений приводила к парадоксу: радиус орбиты электрона должен был постоянно

уменьшаться из-за излучения и электрон должен был упасть на ядро. По Бору, электроны не могут вращаться по любым орбитам, а только по стационарным, ибо в противном случае они бы непрерывно излучали энергию и упали бы на ядро, и атом самопроизвольно разрушился бы. Ничего подобного, однако, не наблюдается, так как атомы являются весьма устойчивыми образованиями. Для объяснения устойчивости атомов Бор предположил, что электрон испускает световые волны не постоянно, а лишь при переходе с одной орбиты, удовлетворяющей условиям квантования, на другую.

Отметим особо свойства атомных систем, которые не способна описать модель Резерфорда: устойчивость (атомы сохраняют свои специфические свойства, несмотря на сильные столкновения и возмущения, которым они подвергаются); тождественность (все атомы одного рода (с одинаковым числом электронов) обладают тождественными свойствами. Они испускают и поглощают излучение с одними и теми же частотами, имеют разные размеры, свойства; воспроизводимость (способность возвращаться в исходное состояние). Если форма атома была искажена и его электронные орбиты изменили свой вид в результате внешнего воздействия (высокого давления, соседства других атомов и т. п.), то после устранения причины искажения атом и электронные орбиты вновь приобретут исходную форму.

Эти противоречия свидетельствуют, что планетарная модель, так же как и ее предшественники, только некое приближение к действительному строению атома. Опыты показывают, что атом как планетарная система не может обладать всеми перечисленными свойствами, а это значит, что данная модель приближенная. Модель атома Бора была построена за счет нарушения логической цельности теории: с одной стороны, использовалась ньютонова механика, с другой – привлекались чуждые ей искусственные правила квантования, к тому же противоречащие классической электродинамике. Теория Бора не могла объяснить, как движется электрон при переходе с одного уровня на другой. Образ планет, вращающихся вокруг центрального ядра, просто оказался неверен. Чтобы понять ее ошибочность, надо понять, что электроны не являются частицами в привычном смысле, они имеют внутренние свойства, подобные волновым. Этот двойственный характер устраняет понятие траектории (орбитального пути) планетарного электрона вокруг ядра, подобного звезде, и делает абсолютно неприемлемым образ электрона в виде частицы на орбите.

Все эти открытия невозможно было понять и объяснить с точки зрения старой, классической, физики, и поэтому в первое время немало ученых считали, что они не только подрывают материалистический взгляд на природу, но и отрицают объективное содержание физической науки. Если прежние понятия и принципы этой науки меняются, то, следовательно, в них не содержится никакой истины. Так восприняли новые открытия в физике некоторые ученые. Соответственно одна часть ученых стала рассматривать научные истины просто как условные соглашения, принимаемые в целях обобщения эмпирического материала, другая – как полезные инструменты для предсказаний, третья – как средства для «экономии мышления».

Таким образом, из относительности научных истин, из того, что они неполно, не

целиком верно, а лишь приблизительно отражают свойства и закономерности природы, был сделан совершенно ошибочный вывод, что они вообще не являются объективными истинами, то есть знание, содержащееся в них, не зависит от человека. Все это породило кризис в физике в конце XIX – начале XX в., выход из которого следовало искать в переходе от старых понятий и принципов классической физики, оказавшихся неадекватными для изучения свойств материи на атомном уровне, к новым понятиям и теориям, которые бы верно отражали эти свойства и закономерности.

Типичный атом имеет диаметр около 3 миллиардных метра (3×10^{-9} м, 3 нанометра, 3 нм). Миллион атомов, выложенных в ряд, протянутся на 3 мм. Диаметр ядра составляет примерно одну десятитысячную диаметра атома. В ядре располагается положительный заряд ядра, который компенсирует отрицательный заряд окружающих его электронов. В ядре сосредоточена почти вся масса атома, так как только около 0,1% его общей массы находится в электронах. Если бы атомы тела человека среднего роста и телосложения могли бы лишиться своих ядер, такой человек весил бы всего около 20 грамм.

Движение электронов в атоме нельзя описывать в терминах классической механики (как движение по определенной траектории, орбите), потому что вопрос о движении электрона между уровнями несовместим с характером законов, определяющих поведение электрона в атоме. Стало ясно, что для построения модели атома необходима принципиально новая теория, которая для описания поведения электрона в атоме не оперирует понятиями ньютоновской механики. В новую теорию могли входить только величины, относящиеся к начальному и конечному стационарным состояниям атома.

Такой новой фундаментальной теорией стала квантовая механика, которая ввела совершенно неизвестные для классической физики принципы дуализма волны и частицы, неопределенности (неточности) и дополнительности, а вместо универсальных законов прежней физики стала широко применять статистические законы и вероятностные методы исследования.

После того как физики установили, что атом не является последним кирпичиком мироздания и сам он построен из более простых, элементарных частиц, идея поиска таких частиц заняла главное место в их исследованиях. По-прежнему мысль физиков была устремлена на то, чтобы свести все многообразие сложных свойств тел и явлений природы к простым свойствам небольшого числа первичных, фундаментальных частиц, которые впоследствии были названы элементарными. Элементарные частицы в точном значении этого термина – это первичные, далее неразложимые частицы, из которых, по предположению, состоит вся материя. Элементарные частицы современной физики не удовлетворяют строгому определению элементарности, поскольку большинство из них по современным представлениям являются составными системами. Общее свойство этих систем заключается в том, что они не являются атомами или ядрами (исключение составляет протон). Поэтому иногда их называют субъядерными частицами.

В обычном употреблении физики называют элементарными такие частицы, которые не являются атомами или атомными ядрами, за исключением протона и нейтрона. Наиболее известными элементарными частицами являются электрон, фотон, пи-мезоны, мюоны, тяжелые лептоны и нейтрино. Исторически электрон был первой элементарной частицей, открытой в 1897 г. английским физиком Дж. Дж. Томсоном. В 1919 г. Э. Резерфорд, бомбардируя атомы α -частицами, открыл протоны. В начале XX в. был открыт фотон, в 1932 г. – такая необычная частица, как лишенный заряда нейтрон, спустя четыре года – первая античастица – позитрон, которая по массе равна электрону, но обладает положительным зарядом.

В дальнейшем при исследовании космических лучей были обнаружены многие другие элементарные частицы, в частности мюоны и различные типы мезонов.

Позже были открыты частицы с весьма экзотическими названиями: странные частицы, мезоны со скрытым «очарованием», «очарованные» частицы, ипсилон-частицы, разнообразные резонансные частицы и др.

Общее их число превышает 350. Если раньше элементарные частицы обычно обнаруживали в космических лучах, то с начала 1950-х гг. ускорители превратились в основной инструмент для исследования элементарных частиц. Поэтому вряд ли все такие частицы можно назвать подлинно элементарными, не содержащими других элементов. Это убеждение усиливается в связи с гипотезой о существовании кварков, из которых, по предположению, построены все известные элементарные частицы.

С начала 50-х гг. XX в. основным средством открытия и исследования элементарных частиц стали ускорители заряженных частиц. С их помощью удалось открыть такие античастицы, как антипротон и антинейтрон. В 1970-х и 1980-х гг. поток открытий новых элементарных частиц усилился и ученые заговорили даже о семействах элементарных частиц, которые называли «странными», «очарованными» и «красивыми».

Одна из характерных особенностей элементарных частиц состоит в том, что они имеют крайне незначительные массы и размеры. Масса большинства из них порядка массы протона, то есть $1,6 \times 10^{-24}$ г, а размеры порядка 10^{-16} см. Другое их свойство заключается в способности рождаться и уничтожаться, то есть испускаться и поглощаться при взаимодействии с другими частицами. Например, превращение пары электрон и позитрон в два фотона: $e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma$. Все процессы с элементарными частицами протекают через последовательность актов их поглощения и испускания.

Подобные же взаимоотношения происходят и с другими элементарными частицами, поэтому термин «аннигиляция», означающий буквально «исчезновение или превращение в ничто», не совсем подходит для характеристики взаимопревращения элементарных частиц.

Различные процессы с элементарными частицами заметно отличаются по интенсивности протекания. Взаимодействия между элементарными частицами делят

на сильное, электромагнитное и слабое. Кроме того, все элементарные частицы обладают гравитационным взаимодействием.

Сильное взаимодействие является наиболее интенсивным, и именно оно обуславливает связь между протонами и нейтронами в атомных ядрах.

Электромагнитное взаимодействие менее интенсивно по своему характеру и определяет специфику связи между электронами и ядрами в атоме, а также между атомами в молекуле и тем самым определяет (на основе законов квантовой механики) возможность устойчивого состояния таких микросистем. Электромагнитное взаимодействие отличается от других участием электромагнитного поля. Электромагнитное поле (в квантовой физике – фотон) либо излучается, либо поглощается при взаимодействии, либо переносит взаимодействие между телами.

Слабое взаимодействие наименее интенсивно, оно вызывает медленно протекающие процессы с элементарными частицами, в частности распад так называемых квазистабильных частиц. Слабое взаимодействие гораздо слабее не только сильного, но и электромагнитного взаимодействия, но гораздо сильнее гравитационного.

Гравитационное взаимодействие происходит на чрезвычайно коротких расстояниях и вследствие крайней малости масс частиц дает весьма малые эффекты, но его сила значительно возрастает при взаимодействии больших масс. В повседневной жизни роль гравитационного взаимодействия гораздо заметнее роли слабого взаимодействия. Это происходит потому, что гравитационное взаимодействие (как, впрочем, и электромагнитное) имеет бесконечно большой радиус действия. Поэтому, например, на тела, находящиеся на поверхности Земли, действует гравитационное притяжение со стороны всех атомов, из которых состоит Земля. Слабое же взаимодействие обладает настолько малым радиусом действия, что он до сих пор не измерен.

Существует четыре вида фундаментальных взаимодействий, которые связаны с разными источниками и существенны на разных расстояниях от источника. Радиус влияния далекодействующих взаимодействий охватывает всю Вселенную, короткодействующие взаимодействия заметны лишь в пределах атомного ядра. Но и те и другие определяют существование нашего мира. Приведенная классификация взаимодействий имеет относительный характер, так как существенно зависит от энергии частиц. Во всяком случае, она относится лишь к взаимодействию частиц, обладающих не слишком большой энергией.

По типу взаимодействия, в котором участвуют элементарные частицы, все они, за исключением фотона, могут быть отнесены к двум группам. К первой относятся адроны, для которых характерно наличие сильного взаимодействия, но они могут участвовать также в электромагнитном и слабом взаимодействии. Ко второй группе принадлежат лептоны, участвующие только в электромагнитном и слабом взаимодействии.

Помимо общих групповых характеристик, элементарные частицы обладают также

специфическими, индивидуальными признаками, которые характеризуются их квантовыми числами. К ним относят массу частицы (тяжелые, промежуточные и легкие), время ее жизни (стабильные, квазистабильные и нестабильные частицы), электрический заряд, спин (характеризует собственный момент количества движения частицы и измеряется целым или полуцелым значением, кратным постоянной Планка).

Спин (от англ. *spin* – вращаться) – свойство частиц по-разному выглядеть с разных направлений. Это можно проиллюстрировать на примере колоды карт. Возьмем для начала пикового туза. Он выглядит неизменным только при полном обороте – на 360 градусов, поэтому говорят, что у него спин 1. У червовой дамы две головы, и поэтому она не меняется при повороте на 180 градусов. У нее спин 2. Подобным образом можно представить себе объекты со спином 3 и более, которые не меняются при повороте на меньшие доли полного оборота. Чем больше спин, тем меньшая доля оборота нужна, чтобы частица в результате осталась неизменной. Существуют частицы, которые остаются неизменными только после двух полных оборотов. О таких частицах говорят, что их спин – $1/2$.

Большое число элементарных частиц и в особенности адронов уже в начале 1950-х гг. побудило физиков заняться поиском закономерностей в распределении их масс и других квантовых чисел. Эти поиски привели американского физика М. Гелл-Мана (р. 1929) к гипотезе, что все адроны являются комбинациями кварков.

По современным представлениям кварки – гипотетические материальные объекты, из которых состоят все адроны, то есть частицы, участвующие в сильном взаимодействии. К ним относятся все мезоны и барионы, также многочисленные нестабильные (резонансные) элементарные частицы. Согласно новой гипотезе мезоны состоят из кварка и антикварка, барионы (тяжелые частицы, такие как протон, нейтрон и им подобные) – из трех кварков.

Атомистическая концепция опирается на представление о дискретном строении материи, согласно которому объяснение свойств физического тела можно свести к свойствам составляющих его мельчайших частиц, которые на определенном этапе познания считаются неделимыми.

Характер любой системы, как известно, зависит не только от состава и строения ее элементов, но и от их взаимодействия. Именно такое взаимодействие определяет специфические, целостные свойства самой системы. Поэтому при исследовании разнообразных веществ и их реакционной способности ученым приходилось заниматься и изучением их структур. Соответственно уровню достигнутых знаний менялись и представления о химической структуре веществ. Хотя разные ученые по-разному истолковывали характер взаимодействия между элементами химических систем, тем не менее все они подчеркивали, что целостные свойства этих систем определяются именно специфическими особенностями взаимодействия между их элементами.

В качестве первичной химической системы рассматривалась при этом молекула. Сами представления о структуре молекулы постепенно совершенствовались,

уточнялись и конкретизировались – начиная от весьма общих предположений отвлеченного характера и кончая гипотезами, обоснованными с помощью систематических химических экспериментов. Если, например, по мнению шведского химика Й. Берцелиуса (1779–1848), структура молекулы возникает благодаря взаимодействию разноименно заряженных атомов или атомных групп, то французский химик Ш. Жерар (1816–1856) справедливо указывал весьма ограниченный характер такого представления. В противовес этому он подчеркивал, что при образовании структур различные атомы не просто взаимодействуют, но известным образом преобразуют друг друга, так что в результате возникает определенная целостность или система. Однако эти общие и в целом правильные представления не содержали практических указаний, как применить их для синтеза новых химических соединений и получения веществ с заранее заданными свойствами.

Такую попытку раскрытия структуры молекул и синтеза новых веществ предпринял известный немецкий физик Ф. Кекуле (1829–1896). Он стал связывать структуру с понятием валентности элемента из числа единиц его сродства. На этой основе и возникли те структурные формулы, которыми с определенными модификациями пользуются при изучении органической химии в школе. В этих формулах элементы связывались друг с другом по числу единиц их сродства, или валентности. Комбинируя атомы различных химических элементов по их валентности, можно прогнозировать получение различных химических соединений в зависимости от исходных реагентов. Таким путем можно было управлять процессом синтеза различных веществ с заданными свойствами, а именно это составляет важнейшую задачу химической науки.

Дальнейший шаг эволюции понятия химической структуры связан с теорией химического строения А. М. Бутлерова (1828–1886), который, хотя и признавал, что образование новых молекул из атомов происходит за счет их химического сродства, но обращал особое внимание на степень напряжения или энергии, с которой они связываются друг с другом. Именно поэтому новые идеи А. М. Бутлерова нашли не только широкое применение в практике химического синтеза, но и получили свое обоснование в квантовой механике.

Структура подразумевает упорядоченную связь и взаимодействие между элементами системы, благодаря структуре возникают новые целостные ее свойства. В такой химической системе, как молекула, именно специфический характер взаимодействия составляющих ее атомов определяет свойства молекулы.

Способность к взаимодействию различных химических реагентов определяется не только их атомно-молекулярной структурой, но и условиями протекания химических реакций. К условиям протекания химических процессов относятся прежде всего термодинамические факторы, характеризующие зависимость реакций от температуры, давления и некоторых других условий. В еще большей степени характер и особенно скорость реакций зависят от кинетических условий, которые определяются наличием катализаторов и других добавок к реагентам, а также влиянием растворителей, стенок

реактора и иных условий.

Возникновение и эволюция жизни на Земле были бы невозможны без существования ферментов, служащих по сути дела живыми катализаторами. Несмотря на то что ферменты обладают общими свойствами, присущими всем катализаторам, тем не менее они не тождественны последним, поскольку функционируют в рамках живых систем. Поэтому все попытки использовать опыт живой природы для ускорения химических процессов в неорганическом мире наталкиваются на серьезные ограничения. Речь может идти только о моделировании некоторых функций ферментов и использовании этих моделей для теоретического анализа деятельности живых систем, а также частично – практического применения выделенных ферментов для ускорения некоторых химических реакций.

Тот факт, что катализ играл решающую роль в процессе перехода от химических систем к биологическим, то есть на предбиотической стадии эволюции, в настоящее время подтверждается многими данными и аргументами. Наиболее убедительные результаты связаны с опытами по самоорганизации химических систем, которые наблюдали Б. П. Белоусов и А. М. Жаботинский. Такие реакции сопровождаются образованием специфических пространственных и временных структур за счет поступления новых и удаления использованных химических реагентов. Однако в отличие от самоорганизации открытых физических систем в указанных химических реакциях важное значение приобретают каталитические процессы.

Роль этих процессов усиливается по мере усложнения состава и структуры химических систем. На этом основании некоторые ученые, например, напрямую связывают химическую эволюцию с самоорганизацией и саморазвитием каталитических систем. Другими словами, такая эволюция если не целиком, то в значительной мере связана с процессами самоорганизации каталитических систем. Следует, однако, помнить, что переход к простейшим формам жизни предполагает также особый дифференцированный отбор лишь таких химических элементов и их соединений, которые являются основным строительным материалом для образования биологических систем. В связи с этим достаточно отметить, что из более чем ста химических элементов лишь шесть, названных органогенами, служат основой для построения живых систем.

Первый концептуальный уровень химических исследований можно назвать исследованием различных свойств веществ в зависимости от их химического состава, определяемого их элементами. Здесь мы видим поразительную аналогию с концепцией атомизма. Химики, как и физики, искали ту первоначальную основу или элемент, с помощью которой пытались объяснить свойства всех простых и сложных веществ.

Второй концептуальный уровень познания свойств связан с исследованием структуры, то есть способа взаимодействия элементов веществ. Эксперимент и производственная практика убедительно доказывали, что свойства полученных в результате химических реакций веществ зависят не только от элементов, но и от взаимосвязи и взаимодействия элементов в процессе реакции. Именно поэтому в

процессе познания и использования химических явлений необходимо было учитывать их структуру, то есть характер взаимодействия составных элементов вещества.

Третий уровень познания представляет собой исследование внутренних механизмов и условий протекания химических процессов, таких как температура, давление, скорость протекания реакций и т. д.

Четвертый концептуальный уровень является дальнейшим развитием третьего, связан с более глубоким изучением природы реагентов, участвующих в химических реакциях, а также с применением катализаторов, значительно ускоряющих скорость протекания реакций. На этом уровне мы встречаемся с простейшими явлениями самоорганизации, изучаемыми синергетикой.

Одной из ведущих естественных наук является физика. Физика изучает самые элементарные явления природы, лежащие в основе мироздания, и имеет своей задачей выявить и объяснить законы природы. Физика работает с моделями, упрощенно описывающими изучаемые явления. Именно разумное упрощение приводит к возможности широкого привлечения математики. И единственным способом проверки верности применяемой для описания изучаемого явления модели могут служить эксперимент или наблюдение. Естественные науки и, в первую очередь физика, являются экспериментальными.

При исследовании природы приходится иметь дело с измерением физических величин. Под физической величиной понимается особенность, свойство, общее в качественном отношении многим физическим явлениям, объектам, физическим системам, их состояниям и т. п., но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта [\[33\]](#). Примерами физических величин служат масса, плотность, интервал времени, вязкость и т. д.

Измерение – это последовательность экспериментальных и вычислительных операций, осуществляемая с целью нахождения значения физической величины как характеристики некоторого объекта или явления. Измерение завершается определением степени приближения найденного значения к истинному, неизвестному ранее значению величины. Чем точнее измерение, тем ближе эти два значения. Измерение является наряду с наблюдением основным средством объективного, независимого от человека познания окружающего мира. Строго говоря, законченное измерение включает несколько элементов: собственно физический объект (явление), свойство или состояние которого характеризует измеряемая величина; единицу этой величины; технические средства измерений, градуированные в этих единицах; метод измерения; наблюдателя (регистрирующее устройство), воспринимающего результат измерений. При этом необходимо уметь оценить погрешность измерения, т. е. определить, насколько далеко измеренное значение лежит от истинного.

Единицы физических величин устанавливаются соглашениями, и каждой из единиц соответствует некая образцовая мера, эталон. При этом эталоном может служить любая

приемлемая для практики мера. Верность выбора той или иной меры в качестве эталона определяется соответствием этой меры существующему в данный момент уровню техники. Сегодня соответствующим соглашением основными единицами выбраны метр, килограмм, секунда и кельвин. Вопрос выбора основных единиц измерения – это вопрос соглашения мирового сообщества в условиях сложившегося рынка товаров и услуг.

Еще одна проблема, связанная с эталонами единиц измерения, – это точность определения физической величины и воспроизведения эталона.

Первоначально метр, единица длины (характеризующая пространственную протяженность объекта) в метрической системе, был определен через расстояние от Северного полюса до экватора по меридиану, проходившему через Париж (около 10 000 км). В 1889 г. за международный эталон метра приняли расстояние между двумя штрихами на стрелке из платино-иридиевого сплава. Сравнение длины с эталонным метром проводили при помощи микроскопа с точностью до $2 \cdot 10^{-7}$. В 1961 г. в качестве эталона метра принята длина волны оранжевого света, испускаемого изотопом криптона (^{86}Kr). Один метр составляет 1 650 63,73 длины волны этого излучения. В 1983 г. на Международной конференции по мерам и весам принято новое определение метра: «Метр – это длина пути, проходимого светом в вакууме за $1/299\,792\,458$ долю секунды». Эталон, лежащий в основе измерений макромира, базируется на пространственных характеристиках микромира.

Четыре основных величины измерения – масса, длина, время и температура – неразрывно связаны с человеческой деятельностью, поэтому удивительно, что одна из этих величин, температура, оставалась непонятой практически до начала XVIII в. И понадобилось еще 100 лет для формулировки приемлемого определения температуры.

Действительно, даже сегодня, пользуясь термометром, далеко не все могут сказать, что же они измеряют. Если мы говорим об изменении давления, то понимаем, что оно определяется силой, действующей на единицу площади. Чем больше сила, тем больше (при тех же исходных условиях) давление. А силу легко измерить, используя те или иные физические законы. Мы можем измерить такую характеристику, как плотность, и сравнить ее с плотностью другого тела. Температура же, воспринимаемая нашими органами чувств, является характеристикой весьма расплывчатой. Так, понятия «тепло» и «холодно» субъективны. Они определяются, в частности, состоянием человека. Все системы, находящиеся в тепловом равновесии друг с другом, обладают одинаковой температурой.

Принято считать, что в 1592 г. Галилей обратил внимание на связь между объемом воздуха в замкнутом сосуде и степенью его нагретости – температурой и предложил устройство для ее измерения – воздушный термометр. Заметим, что свойство воздуха расширяться при нагревании было известно еще во втором столетии до нашей эры.

В 1709–1714 гг. немецкий физик Г. Д. Фаренгейт (1686–1736) изготовил наиболее

точные для того времени спиртовой и ртутный термометр. Кроме того, он разработал метод создания температурной шкалы, основанный на двух фиксированных точках с разбивкой интервала между ними на удобное число делений. В конце концов он предложил шкалу, в которой одной из фиксированных точек была температура тела человека (96 градусов), а второй – температура таяния льда (32 градуса). Появилась первая температурная шкала Фаренгейта, принятая сегодня в ряде стран, в том числе в США.

В 1730 г. французский естествоиспытатель Р. А. Реомюр (1683–1757) создал температурную шкалу, в которой за начало отсчета выбрана температура таяния льда. При изменении температуры на один градус объем спирта менялся на 0,1%. Точка кипения воды приходится в этой шкале на 80 градусов. Шкала Реомюра используется иногда и сегодня. Именно Реомюр в 1734 г. первым понял, что термометры со спиртом и ртутью дают разные показания и имеют различные шкалы, то есть показания термометра зависят от термометрического тела.

Шведский астроном и физик А. Цельсий (1701–1744) предложил в 1742 г. за нуль температурной шкалы принять точку кипения воды при нормальном давлении, а за 100 – точку таяния льда. Шведский естествоиспытатель К. Линней (1707–1778) переставил точки 0 и 100 на шкале Цельсия. И сегодня мы используем эту шкалу в своей обыденной жизни. Один градус по Фаренгейту равен $\frac{5}{9}$ градуса по Цельсию.

В это же время француз Г. Амонтон (1663–1705) пришел к выводу, что самая низкая температура должна соответствовать нулевому давлению газа. Созданная им температурная шкала имела значительно более глубокий физический смысл, чем наиболее известная в то время шкала Фаренгейта.

Таким образом, возникло два направления в термометрии. Первое связано с созданием все более точных и удобных практических шкал, построенных по принципу, заложенному Фаренгейтом. И второе, направленное на развитие газовой термометрии и физики тепловых процессов – термодинамики, создание абсолютной термодинамической шкалы температуры (шкалы Кельвина). Именно эта температурная шкала определяется не произвольным, пусть и удачным, выбором исследователя, а природой физических процессов. Первый путь привел к созданию приборов для измерения температуры (термометров сопротивления, термопар и т. п.). Второй – к пониманию физических процессов в газах, формированию представлений о том, что же такое температура.

К концу XIX в. сформировались современные представления о температуре, стало ясно, что температура системы большого числа частиц, находящейся в тепловом равновесии, определяется кинетической энергией частиц.

Вернемся к проблеме точности измерений, какова она должна быть? Если приятель опаздывает на несколько минут – неприятно, но можно простить. Но пусть ваша система измерения времени обеспечивает стыковку космических аппаратов. Их скорость относительно поверхности Земли около 8000 м/с. Тогда при ошибке в

определении времени 0,001 с ошибка в пространстве составит, по крайней мере, 8 м. С другой стороны, при определении точности, необходимой в каждом конкретном случае, встает и вопрос о стоимости измерительной системы.

В 1927 г. В. Гейзенберг (1901–1976) сформулировал принцип неопределенности, утверждающий, что любая физическая система не может находиться в состояниях, в которых координаты ее центра масс и скорости (или импульс – произведение скорости на массу) принимают одновременно вполне определенные точные значения. Если Δx – погрешность (неопределенность) значения координаты, а Δp – неопределенность значения импульса, то их произведение не должно быть меньше некоторой постоянной величины (постоянной Планка \hbar), равной примерно $6,626 \times 10^{-34}$ Дж·с:

$$\Delta x \cdot \Delta p > \hbar.$$

Принцип неопределенности существен для явлений микромира. Именно он определяет естественный предел точности измерений. Кроме того, в микромире оказывается принципиальным и то, что любое измерение – это взаимодействие изучаемого объекта с измерительным прибором и при измерениях прибор вносит изменения в изучаемый объект.

Никакой эксперимент не может привести к одновременно точному измерению входящих в соотношение неопределенностей динамических переменных. При этом неопределенность в измерениях связана не с несовершенством измерительной техники, а с объективными свойствами микромира.

Завершение построения аппарата квантовой механики породило острые дискуссии в отношении интерпретации этой теории, поскольку она существенно отличается от классических теорий.

Важное отличие состоит в том, что в классических теориях описываются свойства объектов вне их отношения к тем приборам, с помощью которых обнаруживаются эти свойства, в то время как в квантовой механике учет условий наблюдения неотъемлем от самой теоретической постановки проблемы (при этом в различных макроскопических ситуациях микроявления обнаруживают различные, порой прямо противоположные свойства, например, частицы или волны).

Другим существенным отличием квантовой механики от классической, вызвавшим острые дискуссии, является ее принципиально вероятностный характер. Проблема связи между вычислением и наблюдением породила суждение о том, что квантовая механика устраняет детерминизм как учение о причинной связи между настоящим и будущим, поскольку в квантовой механике нет способа предсказать до проведения наблюдения, а возможно лишь вычисление вероятности того, что произойдет.

Умонастроение, характерное для классической науки, отражено в высказывании Лапласа о том, что если бы существовал ум, осведомленный в данный момент о всех силах природы в точках приложения этих сил, то «не осталось бы ничего, что было бы

для него недостоверно, и будущее, так же как и прошедшее, предстало бы перед его взором». Это умонастроение классической науки, четко выраженное Лапласом в его работе «Опыт философии теории вероятностей» (1814), часто и связывается с его именем, называется лапласовским детерминизмом. Безусловно, что это умонастроение не исчерпывается приведенным высказыванием Лапласа о всеведущем разуме. Оно представляет собой тонкую и глубокую систему представлений о реальности, и способах ее познания.

С позиций лапласовского детерминизма ньютоновская механика с ее однозначными законами является каноном, идеалом научного знания вообще, всякой научной теории. Любая теория с этой точки зрения должна исчерпывающим образом описывать свойства реальности на базе строго однозначных законов, как это делает механика. Активное применение теории вероятностей в физике, которое началось с середины XIX в., привело к появлению нового типа законов и теорий – статистических.

Важно подчеркнуть, что использование вероятностно-статистических методов в науке не противоречит концепции лапласовского детерминизма. На эмпирическом уровне объекты даны в единстве существенных и несущественных, случайных свойств, поэтому применение вероятностных представлений вполне обоснованно. На теоретическом уровне использование вероятностей предполагало однозначную детерминированность тех индивидуальных явлений, которые в совокупности дают статистический закон.

С позиций лапласовского детерминизма использование вероятностных представлений в науке вполне оправданно, но познавательный статус динамических и статистических теорий существенно различен. Статистические теории с этих позиций – это неподлинные теории; они могут быть практически очень полезны, но в познавательном плане они неполноценны, они дают лишь первое приближение к истине, и за каждой статистической теорией должна стоять теория, однозначно описывающая реальность.

Одна из интерпретаций квантовой механики была построена с позиций лапласовского детерминизма. Фактически такую интерпретацию развивали Эйнштейн, Планк, Шредингер и их сторонники, когда утверждали, что принципиально вероятностный характер квантовой механики говорит о ее неполноте как физической теории. Они ориентировали физиков на поиск такой теории микроявлений, которая по своей структуре и характеру законов была бы подобна классической механике или классической электродинамике. В этом русле строилась программа элиминации вероятностных представлений из теории микромира путем обнаружения «скрытых параметров», то есть таких свойств элементарных частиц, знание которых позволило бы достичь их строго однозначного описания.

Против такой интерпретации квантовой механики выступил ряд физиков, видевших в квантовой механике полноценную и полноправную физическую теорию.

Хотя дискуссии в отношении статуса вероятностных представлений в современной

физике не закончены до сих пор, тем не менее развитие квантовой механики ослабляет позиции сторонников лапласовского детерминизма.

Важно обратить внимание на несколько выводов из квантовой механики. Человечеству необходимо отказаться от мыслей о волнах и частицах как о разных сущностях. Если рассуждать в терминах частиц, то приходится думать об их положениях, если представлять волны, то подразумевать их длины. Принцип неопределенности выражает сущностную дополнительную этих описаний. Простое, детерминистское описание мира можно получить только если мы отказываемся от какого-то одного варианта рассуждений. Но это не будет соответствовать требованию полноты и систематичности описания.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие положения складывают физику Ньютона?
2. Какие интерпретации можно дать понятию «вероятность»?
3. В чем различия представлений о причинности в XIX и XX вв.?
4. В чем заключается сущность химических явлений? От чего зависят свойства веществ?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Атомы химических элементов по сравнению с наблюдаемыми телами очень малы:
А) размер $10^{-14} - 10^{-15}$ м и масса $10^{-27} - 10^{-25}$ кг; Б) размер $10^{-10} - 10^{-9}$ м и масса $10^{-27} - 10^{-25}$ кг; В) размер $10^{-6} - 10^{-8}$ м и масса $10^{-30} - 10^{-32}$ кг; Г) размер $10^{-10} - 10^{-9}$ м и масса $10^{-20} - 10^{-22}$ кг.
2. Векторная величина, определяющая меру механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, называется: А) силой; Б) ускорением; В) массой; Г) инертностью.
3. Во взаимном притяжении любых материальных объектов, имеющих массу, проявляется: А) сильное взаимодействие; Б) слабое взаимодействие; В) гравитационное взаимодействие; Г) электромагнитное взаимодействие.
4. Волновые свойства света подтверждает: А) фотоэффект; Б) эффект Комптона; В) интерференция, дифракция, дисперсия;
Г) фотоэффект и поляризация.
5. В каких единицах выражается давление в системе СИ? А) Атм.; Б) мм рт. ст.; В)

Бар.; Г) $\text{Н} \cdot \text{м}^2$.; Д) Па.

6. В физическом вакууме: А) образуется конденсированное вещество; Б) могут рождаться пары частица – античастица; В) осуществляется взаимодействие с реальными частицами при небольшой концентрации энергии; Г) среднее число частиц не равно нулю.

7. Всякое материальное тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит его изменить это состояние – это формулировка: А) третьего закона Ньютона; Б) первого закона Ньютона; В) закона всемирного тяготения; Г) второго закона Ньютона.

8. Исключив из числа химических реагентов флогистон, закон сохранения материи и движения впервые сформулировал: А) французский физик А. Л. Лавуазье; Б) российский ученый М. В. Ломоносов; В) английский химик Р. Бойль; Г) российский химик А. М. Бутлеров.

9. Какие из перечисленных явлений относятся к механической форме движения материи: А) падение курса доллара; Б) падение фигуриста на лед; В) падение уровня научных исследований; Г) падение кровяного давления у человека.

10. Какое слово пропущено в формулировке второго начала термодинамики «При самопроизвольных процессах в системах, имеющих постоянную энергию, _____ всегда возрастает»: А) скорость; Б) сила; В) энтропия; Г) масса.

11. Масса материального тела характеризует его: А) только инерциальные свойства; Б) только гравитационные свойства; В) инерциальные и гравитационные свойства; Г) только способность падать.

12. Момент импульса материальной точки определяется произведением: А) ее массы на скорость; Б) радиуса ее вращения на скорость; В) ее импульса на радиус вращения; Г) ее импульса на скорость.

13. Наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями, – это: А) молекула; Б) электронейтронная совокупность молекул; В) химический элемент; Г) наименьшая совокупность химических элементов.

14. Причина невесомости: А) отсутствие действия на тело любых сил; Б) действие на тело только силы всемирного тяготения; В) действие на тело только силы трения; Г) совместное действие на тело сил трения и упругости.

15. Самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающееся испусканием ядерных излучений, а также делением ядер, называется: А) неравновесностью; Б) радиоактивностью; В) индуктивностью; Г)

термодинамичностью.

16. Теорию химического строения вещества создал: А) французский физик А. Л. Лавуазье; Б) российский ученый М. В. Ломоносов; В) английский химик Р. Бойль; Г) российский химик А. М. Бутлеров.

17. Укажите признаки магнитного поля: А) непрерывно в пространстве; Б) дискретно в пространстве; В) порождается движущимися зарядами; Г) порождается неподвижными телами.

18. Ускорение, приобретаемое материальным телом, прямо пропорционально вызывающей его силе и обратно пропорционально массе – это формулировка: А) третьего закона Ньютона; Б) первого закона Ньютона; В) закона всемирного тяготения; Г) второго закона Ньютона.

19. Ускорение химической реакции посредством веществ-катализаторов, которые, взаимодействуя с реагентами, в реакции не вступают и не входят в состав конечных продуктов, называется: А) хроматографией; Б) катализом; В) хиральностью; Г) синтезом.

20. Экспериментальная информация об одних физических величинах, характеризующих микрообъект, неизбежно влечет потерю информации о некоторых других величинах, дополнительных к первым, – это принцип: А) неопределенности; Б) дополненности; В) соответствия; Г) тождественности.

ГЛАВА 5.

Сущность живого и проблема происхождения

Специфика данной концепции состоит в том, что определенную позицию в проблеме сущности жизни можно занять только в зависимости от решения вопроса о происхождении и, наоборот, принятие конкретной концепции, описывающей происхождение жизни, предопределяет выделение сущностных характеристик жизни. Постараемся осмыслить эти взаимосвязанные проблемы через историческую логику дискуссий, чтобы понять, на каком уровне конкретно-научного исследования находится решение проблемы происхождения жизни в современной науке.

В истории культуры существовало несколько принципиальных решений проблемы происхождения жизни, однако для начала следует отметить, что в рамках некоторых концепций (например, концепции стационарного состояния) вопрос, когда возникла жизнь, вообще не может быть поставлен, в них жизнь предстает как существующая вечно, живое пребывает в стационарном состоянии, а отдельные живые объекты могут только изменять свою численность.

Суть основных концепций происхождения жизни, описывающих причины и пути возникновения жизни, можно выразить в следующих тезисах:

- жизнь была создана сверхъестественным существом в определенное время (креационизм);
- жизнь возникала неоднократно из неживого вещества (самопроизвольное зарождение);
- жизнь занесена на нашу планету извне (панспермия);
- жизнь возникла в результате процессов, подчиняющихся химическим, физическим законам (биохимическая эволюция).

Большая часть соображений, на которых основываются эти концепции, умозрительны, так как воспроизвести в сколько-нибудь наглядном виде события, происходившие при возникновении жизни, невозможно. Это относится как к научным, так и к теологическим построениям. Однако в современной науке концепция биохимической эволюции все больше и больше воспринимается не как некое метафизическое построение, а как совокупность научных гипотез, в той или иной степени поддающихся проверке.

Согласно концепции креационизма жизнь возникла в результате сверхъестественного события в прошлом. Креационизма придерживаются представители практически всех теистических учений. Традиционно иудейско-христианское представление о сотворении мира, изложенное в книге Бытия, до сих пор вызывает споры среди теологов. Следуя буквальной интерпретации, в 1650 г. архиепископ Ашер из г. Арма, Ирландия, вычислил, что Бог сотворил мир в октябре 4004 г. до н. э. и закончил свой труд 23

октября в 9 утра созданием человека. Эту дату Ашер получил, сложив возраста всех людей, упомянутых в библейской генеалогии. Можно ли считать шесть дней творения шестью земными сутками? Как отмечает немецкий протестантский теолог У. Гербер, важнейшей задачей того или тех, кто написал «Бытие», была вовсе не информация о возникновении и развитии мира, а восхваление Бога как всемогущего творца. И в теологических построениях творение вызывает интерес не как естественно-научное событие, а как этап святой деятельности Бога. В современной культурной ситуации описание творения скорее трактуют как относящееся к ответу на вопрос «почему?», а не «каким образом?», то есть как апелляция не к механизму происхождения, а к принципу. Процесс Божественного сотворения мира и живого мыслится как имевший место лишь единожды и поэтому недоступный для наблюдения. Этого оказывается достаточно, чтобы вынести всю концепцию Божественного творения за рамки научного объяснения. Данное в Библии объяснение происхождения мира ни по своим методам, ни по полученным результатам не может и не должно претендовать на научность. Наука занимается по большей части теми явлениями, которые поддаются наблюдению, а потому она никогда не будет в состоянии ни доказать, ни опровергнуть идею о Божественном творении Вселенной, так же как теологические взгляды необязательно отвергают возможность того, что жизнь в процессе своего развития приобрела черты, объяснимые на основе законов природы. Разновидностью креационизма в биологии является учение о сверхъестественном происхождении всех видов животных и растений. Для объяснения им же открытой последовательности смены фаун в геологическом прошлом в 60-х гг. XIX в. Кювье выдвинул теорию катастроф: исчезновение целых фаун – результат геологических переворотов, постигавших время от времени земной шар, причины их, по Кювье, окутаны тайной и ныне не существуют. У самого Кювье не было утверждения, что ныне существующая фауна была сотворена заново, но возник вопрос: откуда смогли произойти эти формы, если остатков их не найдено в геологических пластах? Измененными потомками более древних форм, по Кювье, они быть не могли, так как виды неизменны. Из сущности теории катастроф следовал вывод, что каждый раз после геологической катастрофы возникала новая фауна, каждый раз все более совершенная. Ученики Кювье пытались определить количество таких катастроф и соответственно последующих за катастрофами актов творения.

Возникновение концепции самопроизвольного (спонтанного) зарождения жизни относится к мифологии Древнего Китая, Вавилона и Египта. Уже было сказано, что мифу свойственен тотальный генетизм: объяснение вещей и мира в целом сводится к рассказу о происхождении и творении. Мифу свойственно резкое разграничение мифологического, раннего (сакрального), и текущего, последующего времени. Происхождение, или творение, отделено в мифе от настоящего времени и воплощает не просто прошлое, но особую форму первотворения, первопредмета, перводействия, предшествующих эмпирическому времени. Ранние философские взгляды на проблему происхождения во многих пунктах смыкаются с мифологией более раннего времени.

По Фалесу, первичное вещество – вода, растения развиваются из земли, увлажненной водой. Анаксимандр считал, что живые существа образуются по тем же законам, что и

неживое; животные – из влаги и земли, нагретой солнцем. Платон о соотношении форм живого рассуждает так: первым сотворен человек, у человека 3 души – одна бессмертная и две смертных. Одна из смертных душ – мужская (мощная и энергичная), вторая – женская (слабая и податливая). Эволюция совершается путем деградации этих душ. Животные – это те формы, в которых существуют люди, будучи наказанными. Согласно Анаксагору первоначально организмы образовывались из соединения семян, увлажненных каплями дождя, с семенами, находившимися в земле. Во влаге возникали зародыши, из которых развивались живые существа, обретавшие в дальнейшем свойство рождаться друг от друга.

Эмпедокл говорит о возникновении сначала частиц 4 элементов (огонь, вода, воздух, земля), они соединились, образовав органы и части тела животных, которые существовали самостоятельно. Затем из отдельных частей и органов возникли уродливые, неполноценные существа, нежизнеспособные, так как у них не было всех необходимых органов, и далее в результате случайных сочетаний появились полноценные, способные к размножению организмы. В зависимости от того, какие элементы преобладали в теле животного, они выбирали соответствующую среду – водную, воздушную, наземную. Демокрит описывает происхождение живых существ в тот период развития мира, когда земля, насыщенная влагой, вся состояла из мягкого ила. Под действием солнечного жара в отдельных местах, где скапливалась влага, возникало гниение, давшее начало образованию пузырей (оболочек), внутри которых зародились первые животные. В зависимости от различия атомов, образовавших тела живых существ, некоторые животные стали летать в воздухе, другие – плавать, третьи – жить на суше.

Теории спонтанного зарождения придерживался и Аристотель, которого часто объявляют отцом биологии. Он считал, что определенные «частицы» вещества содержат некое «активное начало», которое при подходящих условиях может создать живой организм. Аристотель говорил, что такое активное начало содержится в оплодотворенном яйце, но полагал, что оно присутствует также в солнечном свете, тине и гниющем мясе. По Аристотелю, самопроизвольное зарождение не единственный путь: о насекомых он говорил, что они и размножаются, и возникают самопроизвольно. Растения происходят либо из семени, либо зарождаются самопроизвольно, когда земля или часть растений подвергаются гниению. Любое возникновение у Аристотеля имеет причины (материя в основе становления, форма выступает как цель, движение – как повод).

С распространением христианства теория спонтанного зарождения жизни продолжала существовать в тени креационизма. Идея самозарождения в Средневековье и в эпоху Возрождения допускала возможность самозарождения не только простых, но и сложноорганизованных существ. Например, в трагедии Шекспира «Антоний и Клеопатра» Леонид говорит Марку Антонию: «Ваши египетские гады заводятся в грязи от лучей вашего египетского солнца. Вот, например, крокодил...» Известны попытки Парацельса разработать рецепты искусственного человека (гомункулуса): «Возьми известную человеческую жидкость и оставь гнить ее сперва в запечатанной тыкке,

потом в лошадином желудке сорок дней, пока не начнет жить, двигаться и копошиться, что легко заметить. То, что получилось, еще несколько не похоже на человека, оно прозрачно и без тела. Но если потом ежедневно, втайне и осторожно, с благоразумием питать его человеческой кровью и сохранять в продолжение сорока седмиц в постоянной и равномерной теплоте лошадиного желудка, то произойдет настоящий живой ребенок, имеющий все члены, как дитя, родившееся от женщины, но только весьма маленького роста» [\[34\]](#).

В XVI–XVII вв. в изучении природы произошел переход от философских рассуждений и непосредственного наблюдения к систематическим лабораторным исследованиям. Однако на первых порах развитие экспериментального исследования не поколебало представлений о спонтанном зарождении живого. Например, в 1620 г. Ян Баптист ван Гельмонт, нидерландский естествоиспытатель и алхимик, предложил «эксперимент», доказывающий истинность концепции самопроизвольного спонтанного возникновения жизни: «Положи в горшок зерна. Заткни его грязной рубашкой (активным началом в процессе зарождения мыши он считал человеческий пот. – **Прим.**) и жди. Через 21 день появятся мыши: они зародятся из испарений слежавшегося зерна и грязной рубашки. Поразительно, что появляются мыши обоего пола, кои совершенно схожи с рожденными естественным путем особями... Еще более поразительно, что получаются не детеныши, а взрослые мыши» [\[35\]](#). Этот пример свидетельствует о том, как непросто и постепенно формировались в науке представления о сути научного эксперимента как методе познания. Точки зрения спонтанного зарождения жизни придерживались также Гете, Коперник, Галилей, Бэкон, Декарт, Гегель, Шеллинг.

Критика идей спонтанного зарождения жизни была предпринята из разных философских оснований. Идею самозарождения отрицал Лейбниц, согласно его представлениям, вся живая природа берет начало от семенных животных, возникающих вместе с началом мира, ничто не возникает заново, но лишь претерпевает изменения через увеличение или уменьшение. По другим основаниям концепция спонтанного зарождения жизни не была безоговорочно принята естествоиспытателями. В XVII в. господствующей была идея о том, что каждое существо возникает в конечном счете из яйца (Гарвей), хотя сам автор идеи не исключал возможность самопроизвольного зарождения.

В конце XVII в. (1668 г., в работе «Опыты, касающиеся размножения животных») итальянский биолог Франческо Реди подверг сомнению теорию спонтанного зарождения жизни. Его наблюдения подтверждали мысль о том, что жизнь может возникнуть только из предсуществующей жизни (концепция биогенеза). В науке стал утверждаться тезис «все живое – от живого».

Обострило интерес к описываемой проблеме развитие микроскопических наблюдений. Использование микроскопа заставило вновь зазвучать слова Плиния Старшего «Природа велика и в самом малом». От Антона ван Левенгука пошел ряд тех исследователей, которые в течение XVIII в. усердно занимались микроскопическими наблюдениями с целью усладить свои глаза и душу. Сам Левенгук не вступал в споры,

его наблюдения давали пищу и сторонникам представлений о спонтанном зарождении живого из неживого (концепция абиогенеза), и приверженцам представлений о происхождении живого из живого (концепция биогенеза).

Путь опровержения концепции самопроизвольного зарождения жизни по аналогии пытался проделать Сваммердам. Не имея возможности доказать, что всякое беспозвоночное исходит из яйца, отложенного животным того же вида, он рассуждал так: если органы насекомых устроены, как органы крупных животных, то невозможно допустить, что животные эти возникают путем случайного соединения частей, а необходимо заключить, что они рождаются, подобно высшим животным. Несмотря на эти рассуждения, учение о самопроизвольном зарождении сумело укрыться в недоступных для экспериментального исследования областях, где оно продолжало существовать до появления в середине XIX в. работ Луи Пастера (1822–1895).

Эволюция проблемы происхождения жизни показательна в том отношении, что обнаруживает характерное постепенное расслоение знания о живой природе в целом и собственно биологическое познание. Самой существенной причиной того, что спор по вопросу о самозарождении затянулся так надолго, было отсутствие общей теории, отсутствие единых представлений о том, что понимается под терминами «жизнь», «живой объект».

В 1859 г. Французская академия наук объявила конкурс на изучение темы, сформулированной следующим образом: «Попытаться путем хорошо поставленных опытов осветить по-новому вопрос о самопроизвольном зарождении». Активный интерес к проблеме пробудился у Луи Пастера. Он занимался исследованием природы ферментов, при брожении посредником всегда служит живой организм. Исследовательский талант Пастера сказался в постановке простого, но чрезвычайно убедительного опыта, суть которого состояла в проверке гипотезы: организмы или спонтанно возникают из инертного вещества или заносятся с воздухом, который содержит жизнеспособные зародыши микроорганизмов. Пастер доказал, что попавшие извне микроорганизмы есть причина происходящих в бульоне изменений, а атмосферный воздух лишь способствует размножению микробов, которые в благоприятных условиях воспроизводят себе подобных. Пастер писал так: «Господа, я мог бы указать на эту жидкость (в колбе со стерильной питательной средой на столе перед ним. – **Прим.**) и сказать вам, что взял сию каплю воды из необозримого мироздания и взял ее полную плодоносного студня. И вот я жду, наблюдаю и прошу, умоляю ее приступить к началу творения! Но она глуха, глуха уже несколько лет с начала опытов. А все потому, что я удалил из нее то единственное, что не в состоянии сотворить человек, я удалил из нее зародыши, кои витают в воздухе, я удалил из нее жизнь, ибо жизнь и есть зародыш, а зародыш – жизнь. Никогда прежде учение о самозарождении не получало смертельного удара, подобного тому, что нанес ей сей простой опыт. О самопроизвольном зарождении» [\[36\]](#). Выводы Пастера утверждали тезис «живое не может возникать из неживого, все живое от живого». В 1862 г. Французская АН присудила премию Пастеру не только за решение проблемы, но и за точную постановку опыта. Фигура Пастера может служить иллюстрацией концепции

пришельцев в методологии науки – в данную науку приходит человек из другой области, не связанный традициями, но обогащенный методами, и делает то, что не могли сделать другие. Пастер, по сути, повторяет те эксперименты, которые делались до него, но делает это, соединяя биологический эксперимент с точными количественными методами.

В своих работах Пастер решал вопрос только о возможности самозарождения микробов, но не касался вопроса о возникновении жизни в его философском и общебиологическом аспекте. Опыты Пастера доказали справедливость теории биогенеза и окончательно опровергли теорию спонтанного зарождения. Однако это породило другую проблему. Если для возникновения живого организма необходим другой живой организм, то откуда взялся самый первый организм? Если для возникновения живого необходимо наличие другого живого, то граница между живым и неживым представляется непроходимой.

Крупный американский биохимик Уолд, не отрицая значимости опытов Пастера по опровержению догмы самозарождения, пишет, что обычно оно рассматривается как пример торжества разума над мистицизмом, хотя дело обстояло как раз наоборот: «Разумнее было бы поверить в самопроизвольное зарождение, ибо иначе нам остается поверить в изначальный акт Божественного творения. Третьего выхода нет, поэтому многие ученые в прошлом столетии рассматривали теорию самопроизвольного зарождения как «философскую необходимость», большинство современных биологов, отмечая с удовлетворением падение гипотезы самопроизвольного зарождения, не хотят признать вторую гипотезу – о сотворении жизни, и остаются ни с чем» [\[37\]](#). Эта позиция сходна с позицией Ф. Энгельса: «Опыты Пастера в этом отношении бесполезны: тем, кто верит в возможность самозарождения, он никогда не докажет одними этими опытами невозможность его... Но они важны, ибо проливают много света на эти организмы, их жизнь, их зародыши и т. д.» [\[38\]](#) Кроме того, существует возможность интерпретации тезиса «все живое – от живого» как провозглашение абсолютного отличия живого от неживого, поскольку отсутствуют доказательства происхождения живого от неживого. Можно сказать, что после опытов Пастера в науке наступил кризис, так как постулирование жесткой демаркации живого и неживого привело к признанию в органическом мире особых факторов, наличие или отсутствие которых не могло быть проверено экспериментальным путем: «...Жизнь обернулась чем-то уникальным и неповторимым, а ее возникновение стало казаться абсолютно неразрешимой проблемой, с которой вообще лучше не связываться...» [\[39\]](#) Многие ученые восприняли опровержение идеи самозарождения как абсолютное доказательство полной невозможности возникновения в неорганической природе живых существ. Отсюда проявление различных теорий вечности жизни, основанных на идеях гилозоизма [\[40\]](#), истоки которого уходят к Фалесу, отчасти Анаксимандру и Анаксимену, согласно которым жизнь – внутреннее свойство материи, но материи неразвитой, неструктурированной. Если жизнь существует вечно, то проблемы происхождения просто не существует. Согласно концепции стационарного состояния Вселенная существовала вечно. Она всегда обладала способностью поддерживать жизнь. Живые

организмы на Земле обладают в ходе исторического времени только двумя возможностями: изменять численность или вымирать. Этот вывод делается на основании геологических ископаемых останков, появление их в породах интерпретируется в экологическом аспекте – внезапное появление какого-либо вида в геологическом пласте объясняется увеличением численности его популяции или его перемещением в места, благоприятные для сохранения останков. Эта теория в большей части своих доводов связана с объяснением значения разрывов в палеонтологической летописи.

Кроме идей вечности жизни, высказывались мнения о том, что необязательно привязывать понятие «жизнь» только к существам, сходным с земными организмами. Авторами таких гипотез были, например, Фехнер и Прейер в 40–50-е гг. XIX в. Они утверждали, что неживые организмы происходят из неодушевленной материи, а инертная материя, наоборот, выделяется организмами в виде неживых масс. Суть таких гипотез заключается в отождествлении понятий «жизнь» и «движение». Огненно-жидкие небесные тела рассматривались как живые существа. Таким был в свое время и земной шар – как огненно-жидкая масса, единый гигантский организм, дышавший раскаленными массами, по его жилам текли раскаленные металлы, а его пищей были метеориты. Затем огненно-жидкие ткани застыли в безжизненные горные породы, а с течением времени и весь земной шар стал безжизненным. Остатки жизни теплятся лишь в растениях и животных. Согласно таким взглядам теперешняя жизнь – последние и слабые отголоски когда-то громадной и могучей жизни, которой был охвачен весь земной шар. К возрождению идей гилозоизма крайне отрицательно отнеслись и материалисты, и виталисты, указывая на то, что имеет место неоправданное расширение понятия «жизнь»: «Прейер заодно с Фехнером тоже простирает понятие жизни на весь мир и принимает последний за организм. Понятие организма он расширяет до объема, при котором оно становится частью символического, что мы... считаем совершенно недопустимым» [\[41\]](#).

В этот же период оживился интерес к гипотезам, имеющим исток в учении Анаксагора, которому принадлежит термин панспермия. Концепция панспермии сформирована шведским физиком и химиком, лауреатом Нобелевской премии С. Аррениусом и немецким физиком и физиологом Гельмгольцем (гипотеза «направленной панспермии» высказана английским биофизиком и генетиком, лауреатом Нобелевской премии Ф. Криком). Сущность гипотезы панспермии заключается в том, что жизнь рассматривается как космический феномен, вопрос о месте происхождения жизни решается вне ориентации на земные условия. Жизнь трактуется как возникающая где-то на других планетах или существующая во Вселенной вечно, затем споры или зародыши жизни, переносясь с планеты на планету под действием каких-то малопонятных физических факторов, могут попасть на планету с благоприятными условиями для жизни, в этом случае они дают начало биологической эволюции. Классическая идея панспермии – это идея ненаправленной панспермии, то есть земная жизнь – производная от космической жизни; причина возникновения жизни на нашей планете – случайное (ненаправленное) попадание в земную среду неких частиц жизни.

Идея ненаправленной панспермии в наше время поддерживается астрономами Ч. Викрамасингхе (Шри-Ланка) и англичанином Ф. Хойлом, изучающими природу межзвездной пыли. На основании радиоастрономических исследований они пришли к заключению, что в космическом пространстве, в основном в газовых и пылевых облаках, в большом количестве присутствуют микроорганизмы, где они, согласно мнению этих ученых, и образуются. Они выдвинули гипотезу, что облака космической пыли сложены из бактерий и спор, блуждающих в космическом пространстве. Далее такие микроорганизмы захватываются кометами, которые затем, проходя вблизи звезд, «сеют зародыши жизни» на окружающие планеты. Действительно, согласно работам академика В. И. Гольданского в космическом пространстве на частицах газопылевых межзвездных облаков может протекать синтез достаточно сложных, в том числе и полимерных, молекул. Но образование таким путем согласно Хойлу и Викрамасингхе вирусов гриппа, строго специфичных для человека, без совместной эволюции паразита и хозяина, без действия биологического отбора выглядит неубедительно. Видимо, это чувствуют и авторы гипотезы. Они не верят в предопределенность возникновения жизни, но не могут признать и чисто случайный характер ее возникновения. Поэтому ими выдвигается тезис «о вечной и безграничной Вселенной, в которой каким-то естественным путем возник творец жизни – разум, значительно превосходящий наш», то есть материя порождает разум, он – жизнь, а жизнь – снова разум, но уже более слабый.

Отрицательные результаты опытов по обнаружению бактериальных спор в космическом пространстве (анализ лунного грунта), а также невозможность длительного сохранения спор в условиях космоса [\[42\]](#) побудили Ф. Крика предположить, что переселение жизни с планеты на планету могло происходить в результате сознательного «посева» жизни космическими «пришельцами». Согласно Ф. Крику мыслящее существо *Homo sapiens* служит только орудием, упаковкой для распространяющегося истинного разума, скрывающегося в разумной и победоносной крупинке рибонуклеиновой кислоты. По его мнению, ДНК творит цивилизацию, а человеческое тело и разум вместе с духовными и физическими ценностями – это только орудие того зародыша, который несколько миллионов лет назад занесен на нашу Землю и имеет задачу овладеть нашей Галактикой. Он выражает надежду на то, что в дальнейшем будущем человечество ожидает встреча с теми существами, которые занесли жизнь на Землю. Доводом в пользу этой гипотезы выдвигается факт наличия в белке молибдена в количестве, непропорционально большем, чем имеется на Земле (предположение известного французского биохимика и микробиолога, лауреата Нобелевской премии Ж. Моно о невозможности возникновения жизни на Земле). Из этого делается вывод, что генезис ДНК и жизни на планете имеет космический характер, жизнь должна была возникнуть где-то в окрестностях «молибденовых Звезд», а затем каким-то образом достичь Земли. Однако это возражение было снято работами японского биохимика Ф. Эгами, показавшего, что в водах Мирового океана концентрация молибдена выше, чем его содержание на Земле в целом, и не уступает концентрации других аналогичных микроэлементов.

Сторонники направленной панспермии указывают, что существует высший разум,

который является частью космоса. Здесь проводится следующая аналогия: когда-то было доказано, что наша планета не является физическим центром Вселенной, так и сегодня можно предположить, что высший разум не находится на Земле. Эти представления согласуются с идеей иерархической Вселенной, они вводят представления об иерархии разумов в соответствии с иерархией Вселенной. Жизнь на Земле и вообще где-либо во Вселенной трактуется как феномен, который не может возникнуть случайно. Отрицается возможность объяснить генезис жизни естественными причинами, тем самым эти представления направлены против концепции химической предбиологической эволюции. Аргументами выступают ссылки на то, что биологические соединения являются такими сложными структурами, что не могут быть признаны результатом взаимодействия простых веществ в первичном океане, а также на то, что функционирование биологических систем возможно в рамках законов термодинамики, однако термодинамика открытых систем не может объяснить происхождение жизни.

Все варианты концепции панспермии вряд ли могут наметить четкую программу решения проблемы происхождения жизни, поскольку заменяют представления о плохо известных, но все же вероятных условиях на Земле в период до появления жизни на догадки о неизвестных условиях других миров, то есть практически уходят от решения проблемы.

Таким образом, на рубеже XIX–XX вв. сложилась такая ситуация, когда концепция самопроизвольного зарождения отвергнута на основании эмпирического материала, концепция панспермии на большом эмпирическом материале построена быть не могла, креационизм не подходит под критерии научности, и в результате проблема стала считаться нерешаемой средствами естествознания.

Дальнейшее углубление знаний о молекулярной стороне живой материи было связано с накоплением данных о белке. О том, что в живых жидкостях (кровь, молоко) есть какой-то твердый субстрат, было известно давно из простых наблюдений за скисанием молока и свертыванием крови. То, что белки – полимеры, сложенные цепями кислот, доказали в 1901 г. немецкие ученые Фишер и Гофмейстер. Фишер осуществил первый искусственный синтез белка из аминокислот, что окончательно доказало аминокислотную природу белков и их полимерную структуру.

С дискуссией о природе белка и его роли в органическом мире связано определение жизни, данное Ф. Энгельсом (1820–1895). Согласно его определению жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена прекращается и жизнь. Таким образом, способ существования живого заключается по своему существу в постоянном обновлении химических составных частей путем питания и выделения. Позицию Энгельса в вопросе происхождения жизни надо воспринимать в контексте его общефилософской установки, для него было важно указать на материальную субстанцию, что давало бы простор научным исследованиям. Энгельс материалистически истолковал опыты Пастера: единство мира может снять

непроходимость границы между живыми и неживыми. Отметим, что его понимание проблемы не сразу нашло понимание в среде ученых. Принятие диалектики опосредовалось принятием эволюционной идеи.

Подход к определению сущности жизни исходя из субстрата носит название субстратного подхода. Концепция биохимической эволюции связана с именем Энгельса, именно субстратный подход к определению жизни лежит в основе конкретных исследований концепции биохимической эволюции. Прямо руководствовался идеями субстратного подхода к определению жизни отечественный биохимик А. И. Опарин (1894–1980). В 20-х гг. XX в. А. И. Опарин исходя из теоретических предположений высказал убеждение, что жизнь есть закономерный результат эволюции материи во Вселенной и естественного отбора спонтанно образующихся в ходе химической эволюции обособленных многомолекулярных систем – пробионтов.

Остановимся на методологическом смысле основных положений этой теории. Жизнь, по Опарину, есть закономерный результат эволюции материи во Вселенной – весь ход эволюции во Вселенной, включая и образование биологически значимых атомов и молекул как предпосылки возникновения жизни, представляет единый закономерный процесс. Все необходимые для возникновения живого (биологически значимые) органические соединения могут образоваться в абиогенных условиях, то есть без участия живого, лишь на основе общих физико-химических закономерностей превращения веществ.

Если принимать гипотезу происхождения планет Солнечной системы из холодного газопылевого облака, на первых этапах формирования Земли тяжелые элементы перемещались к ее центру, а более легкие оставались на поверхности. Вероятно, температура на ее поверхности была от 4000 до 80 000°C, по мере остывания Земли углерод и тугоплавкие металлы конденсировались и образовывали земную кору. В результате вулканической деятельности, непрерывных подвижек коры и сжатия, вызванного охлаждением, происходило образование неровностей. Легкие газы (водород, гелий, азот, кислород и аргон) уходили из атмосферы из-за недостаточности гравитационного поля. Простые соединения, такие как вода, аммиак, двуокись водорода и метан, удерживались. Металлы и другие способные окисляться элементы соединялись с кислородом, и в атмосфере Земли не было свободного кислорода. Атмосфера состояла из свободного водорода и его соединений, то есть носила восстановительный характер. По мере остывания планеты водяные пары конденсировались и образовывали огромные водяные пространства.

По мнению Опарина, некоторые условия, существовавшие на первичной Земле, позволяют предположить, что в океанах постепенно накапливались органические вещества и образовывался тот «первичный бульон», в котором могла возникнуть жизнь. К таким условиям Опарин отнес разнообразие простых соединений в океанах, большую площадь поверхности Земли, доступность энергии и разнообразие ее источников, а также огромные масштабы времени. Необходимым условием для возникновения жизни

является отсутствие кислорода, отсутствие биосферы, вовлекающей образующиеся вещества в несравнимо более интенсивный биологический круговорот и делающей невозможным тем самым протекание процессов, характерных для предбиологической эволюции. Современные подсчеты показывают, что на поверхности Земли только посредством вулканической деятельности могло образоваться около 10¹⁶ кг органических молекул. Это всего на 2–3 порядка меньше массы современной биосферы.

Принципиальным в концепции биохимической эволюции является представление о том, что возникновение жизни невозможно в результате химической эволюции, протекающей на молекулярном уровне. Опарин полагал, что решающая роль в превращении неживого в живое принадлежит белкам. Для перехода от химической эволюции к биологической необходимо образование особых структур. Целесообразность строения, взаимосогласованность процессов, характерные для живых систем, не могут возникнуть без предбиологической эволюции целостных макромолекул. Белки способны притягивать к себе молекулы воды, создающие вокруг них оболочку, то есть создавать коллоидные гидрофильные комплексы. Эти комплексы могут обособляться от всей массы воды и образовывать своего рода эмульсию. Слияние таких комплексов друг с другом приводило к отделению коллоидов от водной среды. Этот процесс Опарин назвал коацервацией (от лат. *coacervus* – сгусток, куча). Коацерваты были способны поглощать из окружающей среды различные вещества, которые вступают во взаимодействие с соединениями самой капли, увеличиваться в размерах. Эти процессы напоминают первичную форму ассимиляции. Вместе с тем в коацерватах могут происходить процессы распада и выделения продуктов распада. Соотношение между этими процессами у разных коацерватов было неодинаково. Состав данного коацервата зависел от состава среды, поэтому разнообразие состава «бульона» в разных местах вело к различиям в химическом составе коацерватов. Эти процессы поставляли сырье для биохимического естественного отбора среди коацерватов.

Предполагается, что в самих коацерватах входящие в них химические вещества вступали в химические реакции. На границе между коацерватами и внешней средой выстраивались молекулы сложных углеводов, что приводило к образованию примитивной клеточной мембраны, обеспечивающей коацерватам стабильность. В результате включения в коацерват молекулы, способной к самовоспроизведению, могла возникнуть примитивная клетка. Такая предположительная последовательность событий должна была привести к возникновению примитивного самовоспроизводящегося организма, «питавшегося» органическими веществами первичного бульона.

Альтернативные гипотезы происхождения жизни постулируют либо predetermined, либо случайный характер возникновения первичных организмов. Опарин четко фиксирует эту проблему: почти все концепции происхождения отличаются методологической слабостью, они не отвечают на вопрос о том, возникла жизнь случайно или закономерно. Снять противоречия и зафиксировать проблему, по Опарину, позволяет диалектический подход. Опарин считает, что роль случая велика,

но к случаю не сводится все решение проблемы, при рассмотрении вопроса на более высоком уровне, когда сама атмосфера есть часть целого, Опарин постулирует необходимый характер возникновения жизни. Опарин по общим методологическим посылкам, а не на основании каких-нибудь данных отвергает абсолютизацию роли случая.

Все объекты, которые существуют в природе, представляют в большей или меньшей степени стабильные структуры. С возникновением жизни в мир пришла новая форма стабильности. В крови человека содержится гемоглобин – типичная белковая молекула, построенная из цепи более мелких молекул аминокислот, каждая из которых, в свою очередь, состоит из нескольких десятков атомов, расположенных строго определенным образом. В молекуле гемоглобина содержится 574 аминокислоты, строго структурированные между собой, структура неизменно повторяется в организме в среднем 6×10^{20} раз. Точная форма стабильно образуется со скоростью 4×10^{14} в секунду, параллельно процессам разрушения. Этот пример позволяет проиллюстрировать тезис о том, что структура стабильна. Можно привести довольно много примеров стабильности структур и процессов в живом. Механизм, обеспечивающий постоянство популяций функционирующих клеток, действует в строгом соответствии с потребностями организма. Верхний слой кожи полностью обновляется каждый месяц, его клетки отшелушиваются и заменяются новыми. Клетки, выстилающие кишечник, «живут» не более двух недель, тромбоциты – всего 10 суток.

До возникновения жизни на Земле, возможно, происходила какая-то рудиментарная эволюция молекул с помощью обычных физико-химических процессов. Нет нужды вводить представления о предопределенности, цели или направленности процессов. Если группа атомов в присутствии источника энергии образует некую стабильную группу, то она имеет тенденцию сохранять эту структуру. Самая ранняя форма конкуренции состояла, возможно, просто в отборе стабильных форм и отбрасывании нестабильных.

Конечно, отсюда не следует вывод о том, что существование столь сложных объектов, как человек, можно объяснить на основе одних физико-химических закономерностей. Бесполезно, отсчитав в сосуд нужное количество атомов, встряхивать их с помощью внешнего источника энергии до тех пор, пока они не сложатся в сложную структуру и из сосуда не выпрыгнет Адам. Таким образом, можно получить молекулу, состоящую из нескольких десятков атомов, но организм человека содержит 1026 атомов. Именно на эту якобы абсолютизацию случайности в концепции биохимической эволюции указывали многие альтернативные концепции. Например, Хойл считал, что происхождение жизни подобным путем равно тому, как ураган, пронесшийся над мусорной свалкой, привел бы к сборке «Боинга-747».

Основная заслуга Опарина в решении проблемы происхождения жизни состоит в том, что он указал путь экспериментального решения этой проблемы. Однако собственно экспериментальные исследования по проблеме происхождения жизни начались

значительно позже. В 1953 г. под влиянием идей переведенной на английский язык книги А. И. Опарина американский исследователь С. Миллер подверг воздействию электрического искрового разряда смесь простейших газов (водорода, метана, аммиака и паров воды). В реакционной смеси им были обнаружены аминокислоты и другие органические соединения. В 1953–1957 гг. химиками США, СССР, Германии в целом ряде экспериментов из смеси газов (аммиака, водяного пара, метана, водорода) при 70–80°C при давлении в несколько атмосфер под воздействием электрических разрядов напряжением 60 000 В и ультрафиолетовых лучей были синтезированы органические кислоты, в том числе аминокислоты (глицин, аланин, аспаргиновая и глутаминовая кислоты), которые являются материалом для образования белковой молекулы. Так были смоделированы условия первичной атмосферы Земли, при которых могли образовываться аминокислоты, а при их полимеризации – и первичные белки. В дальнейшем (при использовании других соотношений исходных газов и видов энергии) путем реакции полимеризации из простых молекул получали более сложные: белки, липиды, нуклеиновые кислоты и их производные, а также была доказана возможность синтеза в условиях лаборатории и других сложных биохимических соединений, в том числе белковых молекул (инсулина), азотистых оснований нуклеотидов. Таким образом, показана возможность синтеза практически всех низкомолекулярных биоорганических соединений из простейших органических и неорганических веществ под действием самых различных источников энергии в условиях, моделирующих спектр вероятных условий на Земле до возникновения на ней жизни. Далее начались исследования по изучению моделей предбиологических структур и сопоставление их с микроископаемыми в древнейших осадочных породах Земли (возраст которых более 3 млрд лет). С 1957 г. регулярно проводятся международные симпозиумы по проблеме происхождения жизни, издаются специальные журналы по эволюционной биохимии и проблеме происхождения жизни. В 1970 г. образовалось Международное общество по изучению происхождения жизни, первым президентом которого был избран А. И. Опарин. В 1977 г. еще при жизни А. И. Опарина этим обществом учреждена Международная золотая медаль им. А. И. Опарина за важнейшие работы в области происхождения жизни.

За рубежом наиболее распространена и экспериментально фундирована гипотеза, носящая название гипотезы Опарина Холдейна по именам ученых, выдвинувших сходные гипотезы, скорее всего, независимо друг от друга. В 1929 г. британский биохимик Дж. Б. Холдейн, описывая в статье опыты о влиянии ультрафиолетового излучения на химические реакции, предположил, что ультрафиолетовое излучение своим воздействием на первичную атмосферу Земли в виде двуокиси углерода (CO_2), паров воды, аммиака (NH_3) могло вызвать к жизни органические соединения, которые, собираясь в океане, достигали в итоге «состояния горячего разбавленного бульона».

Общность развиваемых учеными взглядов состоит в принятии за исходные тезисы, во-первых, утверждения о том, что все необходимые для возникновения жизни биологически значимые органические соединения могут образовываться в абиогенных условиях, то есть без участия живого, лишь на основании физико-химических закономерностей. Во-вторых, общим было представление об использовании в

предбиологических эволюционных процессах энергии не окисления, а брожения. Различие состоит в том, что у Холдейна «живыми или полуживыми объектами» назывались большие молекулы, способные к созданию своих копий, а у Опарина – целостные системы (коацерваты). Опарин подходил к данной проблеме прежде всего как эволюционист, Холдейн – как генетик, но между их школами нет противоречия, они дополняют друг друга. Дело в том, что основное содержание концепции Опарина – пути становления и эволюции обмена, а Холдейна – эволюция генетического механизма. На вопрос, что такое жизнь, в 1947 г. Холдейн сказал: «Я не собираюсь отвечать на этот вопрос».

Опытное подтверждение концепции Опарина – Холдейна носило отрывочный характер. Ни Опарин, ни Холдейн при создании концепции не имели возможности привести подробный список химических реакций по зарождению жизни, поскольку в их время эти молекулы не были известны. После того как молекулярные биологи приступили к упорядочиванию отношений между ДНК, РНК, белками и прочими молекулами, обеспечивающими деятельность живых организмов, стали известны дополнительные сведения о молекулярных взаимодействиях.

Концепция биохимической эволюции завоевала широкое признание, но она оставила нерешенными проблемы, связанные с переходом от сложных органических веществ к первым простым живым организмам. В настоящее время исследования возможных путей происхождения жизни превратились в самостоятельное направление современного естествознания, оно объединило усилия ученых самых различных специальностей: биологов, палеонтологов, химиков, астрономов, геологов и физиков.

Современные данные позволяют предположить, что первые организмы были гетеротрофами, то есть использовали для своего питания готовые органические вещества. Химические реакции, необходимые для синтеза питательных веществ, слишком сложны, чтобы возникнуть у ранних форм жизни. Предполагается, что по мере образования все более сложных органических веществ некоторые оказались способны использовать солнечную радиацию как источник энергии для синтеза новых клеточных материалов. Таким клеткам больше не требовалось поглощать органические вещества, и они стали автотрофными (то есть такими, которые синтезируют из неорганических веществ все необходимые для жизни органические вещества). Их появлению способствовала и нарастающая конкуренция между гетеротрофами за пищевые ресурсы. Далее возникли организмы, способные к фотосинтезу с выделением кислорода, что привело к постепенному накоплению кислорода в атмосфере. Увеличение количества кислорода в атмосфере и его ионизация (образование озонового слоя) привели к уменьшению количества солнечной радиации, достигающей Земли. Это послужило фактором, замедляющим синтез новых сложных веществ, но одновременно повысившим устойчивость существующих форм жизни.

Многообразие живой природы на молекулярном уровне сводится к поразительному однообразию. Как известно, молекула ДНК имеет структуру двойной спирали, образованной двумя полинуклеотидными цепями, закрученными одна вокруг другой.

Эти цепи связаны не произвольно, а по вполне определенному закону комплиментарности (от англ. *complementary* – взаимодополняющий). Отдельные звенья каждой цепи ДНК (нуклеотиды) – это дезоксирибоза (сахар) и четыре азотистых основания: аденин – А, гуанин – Г, тимин – Т, цитозин – Ц. Последовательность их может быть различной, но двойная спираль (собственно ДНК) образуется только тогда, когда каждому нуклеотиду одной цепи соответствует строго определенный нуклеотид другой (А-Т, Г-Ц). ДНК любых организмов строятся по этому принципу. ДНК предопределяет структуру всех белков, из которых строится организм. Всему живому присуща универсальность генетического кода: каждой из 20 аминокислот, формирующих все без исключения белки организма, соответствует вполне определенная последовательность трех нуклеотидов в цепи. Нуклеотидную последовательность гена можно сравнить с предложением, в котором содержится исчерпывающая информация о кодируемом белке. «Словами» служат кодоны (тройки нуклеотидов), каждый из которых кодирует одну аминокислоту из 20 или сигнал «стоп». Именно эту универсальность имеют в виду, когда говорят: «Живое на Земле едино».

М. Эйген отмечал, что наш код «далек от случайного, и невольно приходит в голову мысль, что здесь «сработал» какой-то оптимизационный принцип». Не исключено, что в эволюционном прошлом попыток создания кода было несколько, но уцелела одна, известная при изучении современных организмов. Фактором, который оптимизирует процессы кодирования информации в живых системах, мог выступать естественный отбор. Современный аппарат передачи наследственности, скорее всего, сложился путем многоэтапной молекулярной эволюции, имевшей свои ошибки и тупиковые ветви. Первыми самокопирующимися структурами были, вероятно, короткие цепи нуклеиновых кислот. Они, как и современные ДНК, вполне способны размножаться вне всякой связи с живым организмом.

Как появились на Земле первые нуклеотидные матрицы? Современная наука обращает внимание на информационные свойства ряда минералов, составляющих горные породы (например, базальтов, глин, песка, вулканического стекла, пепла). На поверхностях этих минералов в силу геохимических закономерностей, без всякого участия живого, может осуществляться синтез аминокислот на основе так называемого минералогического кода. Ученые предполагают, что информация, ставшая в конце концов генетической, развивалась по цепи: геохимические процессы – минералообразование – автокатализ (или эволюционный катализ). При этом роль информационной матрицы в предбиологической эволюции могла бы постепенно передаваться от катализаторов к РНК, а затем и к ДНК. ДНК в силу своей устойчивости к повреждениям оказались наиболее надежными для выполнения функции передачи наследственности. Почему наблюдаемые сейчас правила кодирования сформировались и сохранились на протяжении всего эволюционного пути, пройденного живым? Генетические конструкции хранятся в однотипных биологических молекулах, нуклеиновых кислотах ДНК и РНК, при том что организмы построены из огромного числа разнородных белков. Ген представляет собой последовательность нуклеотидов, которая исчерпывающе описывает определенный белок.

Генетическое послание можно прочесть, только переведя его с языка, использующего одну систему аналогов, на другой язык. Подобный пример – перевод послания, записанного с помощью азбуки Морзе, на английский язык. В клетке происходит транскрипция гена – синтез на нем как на матрице его РНК-версии (транскрипта). РНК состоит из тех же самых нуклеотидов, что и ДНК, только место тимина в ней занимает урацил. Затем клеточная трансляция последовательно считывает эту РНК, переводя информацию с языка нуклеотидов на язык аминокислот, последовательно по 3 буквы, при участии небольших транспортных РНК, нагруженных каждая своей аминокислотой, создавая белковую молекулу. Соответствие между кодонами аминокислот было установлено в начале 1960-х гг., но его истинный смысл стал проясняться только в последнее время.

Генетический код одинаков во всем биологическом мире, большинство организмов использует стандартный генетический код, но на сегодняшний день известно 16 вариантов, встречающихся у представителей различных ветвей эволюционного древа. Сам принцип кодирования не меняется: аминокислоты кодируются тройками нуклеотидов. Но у многих видов гриба *Candida* РНК-кодон CUG считывается не как лейцин, а как серин. Или другой пример – митохондрии приобрели в ходе эволюции собственный генетический код: митохондрии пекарских дрожжей четыре из шести кодонов, обычно транслирующихся в лейцин, кодируют треонин. По мере накопления новых данных об изменчивости генетического кода он стал представляется не как застывшая конструкция, возникшая по воле случая. То, как природа установила соответствие между триплетными кодами и аминокислотами, – пример отбора, направленного на минимизацию случайностей, минимизацию ошибок при считывании информации. Любая система кодирования должна уметь противостоять возможным ошибкам. Но ошибка ошибке рознь. Если мы заменим какую-нибудь согласную на гласную («С» на «А»), то смысл фразы навряд ли удастся понять, это возможно, если заменить согласную на созвучную («С» на «З»). Если, например, во фразе «Сегодня снег совсем растаял» произвести описанную замену, то при первой замене получится фраза «Аегодня анег аоваем раатаял», смысл которой трудно понимаем, а при второй замене – фраза «Зегодня знег зовзем разтаял» вполне понятная. Стратегия кодирования должна строиться таким образом, чтобы последствия ошибок были минимальны. Ошибки в генетической системе могут быть разного рода: на уровне генов (мутации), при синтезе белков возможны ошибки, когда с мРНК связывается тРНК, нагруженная не той аминокислотой.

Незначительно различающиеся кодоны (совпадают 2 из 3 позиций) обычно кодируют аминокислоты со сходными свойствами. Понятие «сходные» в отношении аминокислот нуждается в пояснении: 20 природных аминокислот отличаются по самым разным параметрам (по форме, размеру, электрическому заряду и проч.). Кодоны с двумя одинаковыми нуклеотидами предпочтительно кодируют аминокислоты с идентичным свойством к воде (способностью к растворению или стремлением избегать водного окружения). Это свойство очень важно для функционирования белка, в который входят данные аминокислоты. Синтезированная цепочка из аминокислот приобретает разную конфигурацию в зависимости от того, в каком месте и в каком количестве находятся в

ней гидрофобные аминокислоты, которые предпочитают располагаться во внутренних областях белковой глобулы (цепочки, свернувшейся в клубок), куда нет доступа воде (цитоплазме). Наружную поверхность образуют гидрофильные аминокислоты.

При точечной мутации (однонуклеотидная замена) в полинуклеотидной цепочке вместо одной аминокислоты обычно появляется другая со сходными гидрофобными свойствами, так что на функциональных качествах белка эта замена отражается несильно.

У сторонников идеи минимизации последствий ошибок как движущей силы эволюции есть оппоненты. Сложные компьютерные поисковые системы могут найти лучший вариант, чем тот, на котором остановилась природа. Однако выводы компьютера относительно оптимального кода опираются на критерии, принятые программистами, а они исходят из упрощенного представления о типах ошибок, с которыми программист встречается в реальном мире. Вторая проблема компьютерной оптимизации кодов: естественный отбор – слепой дизайнер, он может лишь на ощупь идти к идеалу, выбирая альтернативу из вариантов в каждом поколении. Если мы попытаемся смоделировать естественный отбор с учетом этой особенности, то обнаружим, что уровень минимизации ошибок, достигаемый ныне существующим кодом, следует признать почти недостижимым: менее 3% теоретических кодов могут эволюционировать в условиях естественного отбора с результатом, сравнимым с таковым у канонического генетического кода. Иначе говоря, сконструированные искусственные коды могут быть в математическом смысле просто идеальными, но если мы не проверим их в условиях естественного отбора, то вряд ли поймем, почему природа сделала именно такой выбор.

Канонический генетический код не просто продукт эволюции, он и орудие ускорения эволюции. Такое его свойство, как минимизация цены ошибки, с группированием синонимичных кодонов и кодонов, кодирующих аминокислоты со сходными биохимическими свойствами, дает больше, чем контроль за нарушениями. Незначительные мутации создают большие преимущества для несущего их организма, чем масштабные изменения, и, минимизируя последствия любой мутации, код повышает вероятность того, что мутация в данном гене приведет к появлению более совершенного белка. Возможно, в распоряжении первых организмов было более 20 аминокислот. Более сложные аминокислоты появились позже, в результате биохимических модификаций более простых.

Сколько еще альтернативных кодов существует? Почему в каноническом коде аминокислот 20 – не больше и не меньше? Почему одни из аминокислот кодируются шестью кодонами, а другие – одним или двумя? Появятся ли в ходе эволюции канонического кода другие аминокислоты? Фрэнсис Коллинз, руководитель проекта «Геном человека», назвал завершение секвенирования ДНК лишь «концом начала». Фонд Origin of Life Foundation объявил о выплате вознаграждения тому, кто предложит «наиболее приемлемый механизм самопроизвольного возникновения в природе генетических команд, достаточных для зарождения жизни».

Молекула ДНК строит молекулы РНК, представляющие собой одинарные спиральные цепочки нуклеотидов. Нуклеотиды РНК имеют то же строение, что и ДНК, но среди азотистых оснований вместо Т (тимина) содержится У (урацил). Двухцепочечная ДНК слишком велика, чтобы пройти сквозь отверстия в мембране ядра у эукариот, тогда как одноцепочечная и более короткая матричная РНК свободно туда проходит. ДНК реплицируется (удваивается) расщеплением связей посередине с последующим восстановлением комплементарных половин самой молекулы посредством спаривания соответствующих азотистых оснований. Расщепление и восстановление требуют участия ферментов. РНК, переписанная с ДНК, затем строит белки: ДНК – РНК – белок. Подробности функционирования этой системы еще не полностью выяснены.

ДНК содержит чертежи всех белков, включая ферменты, а РНК собирает ферменты, часть которых ускоряет репликацию ДНК. Ферменты невозможно собрать без чертежей от ДНК, а ДНК не в состоянии самовоспроизводиться без ферментов. Звучит подозрительно, напоминая пресловутое: что было раньше – яйцо или курица?

Выход предложил биохимик Лесли Оргел в 60-е гг. XX в. РНК несла достаточное количество генетической информации, но если бы она могла выступать в роли ферментного катализатора, то была бы способна решать задачи и ДНК, и белков. Кроме того, молекулы РНК легче синтезировать по сравнению с ДНК, и ДНК вполне могла бы развиваться из РНК. На протяжении 70-х гг. XX в. в роли ферментов ученые рассматривали только белки. В начале 80-х гг. XX в. молекулярные биологи Томас Чек и Силин Олтмен независимо друг от друга обнаружили, что и РНК может выступать в качестве катализатора. Молекула РНК обладает свойством автокаталитической саморепликации – она сама, без помощи ферментов, способна обеспечивать достаточно быстрое образование собственной копии. Сейчас известно около 100 ферментативных РНК, именуемых рибозимами. В 1986 г. в своей статье молекулярный биолог из Гарварда Уолтер Гилберт ввел в оборот понятие «РНК-мир».

Если код установлен, то каждому белку соответствует свой определенный участок ДНК, кодирующий последовательность аминокислот в белках. Но при расшифровке уже первой ДНК – ДНК вируса кишечной палочки оказалось, что на одном участке ДНК может быть записана информация о нескольких белках. Как это может быть? Представьте текст, в котором промежутков между словами нет, а слова разделяются стрелками сверху и снизу строки. Приемлемых объяснений этому явлению перекрывания генов пока не существует.

Каким образом возник универсальный генетический код? Известно, что только молекулы нуклеиновых кислот оказались способными в точности хранить наследственную информацию и с помощью белков копировать ее на такие же молекулы. Поэтому естественно связывать с ними такое свойство живых организмов, как размножение, самовоспроизведение, самообновление белковых тел, в основе которого лежит саморепликация. Саморепликация – удвоение молекулы ДНК с передачей рождающейся клетке генетической информации. Под действием ряда белков-ферментов, содержащихся в плазме клетки, двойная спираль ДНК расплетается,

и на каждой ее нитке, как на матрице, собирается новая, комплиментарная ей нить. Происходит как бы снятие «отпечатка» с каждой из одиночных цепей – это и есть первый этап процесса саморепликации. Иными словами, удваивается число молекул ДНК. Рост комплиментарной цепи может быть в принципе и спонтанным. Так, недавно было обнаружено, что молекула РНК обладает свойством автокаталитической саморепликации – она сама, без помощи ферментов, способна обеспечивать достаточно быстрое образование собственной копии.

В любой живой клетке и белки, и нуклеиновые кислоты выполняют строго определенные функции. В опытах по абиогенному синтезу молекулы ДНК образуются неизмеримо труднее, чем аминокислоты, составные части белков. С другой стороны, белковые вещества легко образуются, но не могут самовоспроизводиться. Именно целостная и способная к размножению система может быть подвергнута отбору и, следовательно, эволюционировать. Казалось бы, путь для решающих экспериментов ясен. Для того чтобы создать настоящую живую протоклетку, надо взять смесь нуклеотидов и аминокислот, подвергнуть все это различным физическим воздействиям, и можно будет пронаблюдать самосборку простейшего организма из имеющихся готовых частей. Но таким путем ни один организм, ни одна самая простая живая клетка экспериментально не созданы. Опытные условия позволяют лишь «складировать» исходные вещества, и пока неясно, как можно обеспечить их слаженную работу. Известно только, что в природе эта работа хорошо организована. Молекулярные структуры клетки сложились исторически для оптимального выполнения нужной функции, иначе говоря, функция породила структуру. Тогда, чтобы понять возможные пути возникновения жизни, нужны принципиально иные модельные подходы. Эти подходы должны не сосредотачиваться на исследовании конкретных макромолекулярных структур, известных в существующих ныне организмах, а прежде всего обратиться к функциям, действительно необходимым для поддержания самой жизни. Среди современных направлений исследования, следующих именно такой логике, выделяют:

- естественно-исторический подход с эволюционного катализа (например, концепция А. П. Руденко);
- теоретический подход к проблеме с позиций неравновесной термодинамики, молекулярной биологии и теории информации (работы И. Пригожина, М. Эйгена, Д. С. Чернавского).

Примером естественно-исторического подхода является учение А. П. Руденко об эволюционном катализе. Основная идея состоит в том, что самоорганизация существует, развивается во времени и пространстве не в виде какой-то структуры, а в виде процесса. В простейшем случае это химическая реакция, например у Руденко такая реакция называется базисной. В ходе такой реакции порождаются продукты, оказывающиеся катализаторами для последующей аналогичной или какой-то иной реакции. Продукт последней реакции становится катализатором начальной, таким образом, цепь замыкается. Реакционная зона оказывается открытой системой: в нее

втягиваются исходные вещества и энергии и из нее выбрасываются переработанные продукты реакции и тепло. Сама зона приобретает черты пространственно-временной обособленности. Реакционная зона может структурироваться, все более удлинняя цепь реакции. Именно такой самоорганизующийся континуум и может оказаться объектом действия естественного отбора. Под давлением отбора этот «реактор» усложняется, увеличивается количество катализаторов и совершенствуется их качество. Когда цепь реакции внутри континуума достаточно усложнится, неизбежно должен произойти его переход в новое качество. Из крайне неустойчивой во времени и пространстве структуры этот континуум превращается в обособленное образование типа простейшей протоклетки. Появление полимеров в качестве катализаторов понимается как результат последующей эволюции открытых каталитических систем. Возникновение генетического кода из первопричины жизненных процессов превращается в средство, позволяющее расширить возможности развития. Сами жизненные процессы, по Руденко, начинаются с момента, когда каталитические системы обретают возможность делиться в пространстве. В данной модели реакционная среда выступает основным претендентом на роль промежуточного звена между живым и неживым. Главная черта этого промежуточного звена состоит в отсутствии жесткой структуры, место протекания реакций в пространстве лишь слегка выделяется из общего фона, оно очень неустойчиво: стоит закончиться какому-то из промежуточных катализаторов, как все рассеется в «холодной среде». А. П. Руденко показал, что, опираясь только на вероятностно-статистический подход, нельзя объяснить переход от химической эволюции к биологической. Согласно его позиции надо искать динамические законы, ими могут быть либо каузальные законы, либо телеология. Он предлагает изменить философские основания, позволяющие объединить актуалистический и естественно-исторический подход к решению проблемы происхождения жизни. Актуалистический подход подразумевает решение проблемы как фиксацию актуальных признаков жизни и последующее объяснение их происхождения. Естественноисторический подход предполагает историческую реконструкцию условий перехода от химических процессов к биологическим.

Второй подход: как предполагает М. Эйген, в начале должен был существовать молекулярный хаос (каков бы ни был точный смысл этого понятия), без какой-либо функциональной организации разнообразных химических систем. Самоорганизация материи, которую мы связываем с «началом жизни», должна была появиться в результате случайных событий. При этом Эйген поясняет, что понимание им случайности вовсе не соответствует представлению о случайном образовании каких угодно систем. Ведь даже одна макромолекула с определенной последовательностью мономеров не могла бы возникнуть в результате случайной сборки.

Эйген придал большое значение тому факту, что для самоорганизации необходимо существование инструктивных свойств на молекулярном уровне. При этом инструкция содержит информацию, которая кодирует определенные функции. Наиболее важными являются конечно же функции «сохранения» и «воспроизведения» макромолекул. Поэтому теория самоорганизации должна согласно Эйгену прежде всего описывать возникновение и эволюцию этой «первичной» информации, кодирующей

функциональную способность самосохранения.

Для того чтобы расширить возможности теории информации в отношении биологических систем, Эйген ввел новую величину – «параметр ценности», которым характеризует эволюцию. Он выделяет несколько фаз эволюции, которые не полностью разделены во времени: предбиологическая, «химическая», фаза; фаза самоорганизации вплоть до воспроизводящихся «особей»; эволюция видов. Соответственно этим стадиям различаются и эволюционные модели, описывающие в том числе и модель самоорганизации.

В качестве модели предбиологической эволюции он рассматривает открытую систему, внутри которой происходят полимеризация и деструкция образующихся полимеров. Система эта обменивается с окружающей средой мономерами. Протекающая в этой системе полимеризация происходит путем самоинструктированной репродукции для любой последовательности единиц, в том числе и для ошибочных копий. Рост макромолекул в системе происходит при условии, когда параметры, характеризующие скорость репродукции макромолекул, превышают скорость их распада. Иначе системы «вымирают». Выживают лишь те макромолекулы, которые обладают максимальной селекционной ценностью.

Введенное Эйгеном понятие селекционной ценности позволяет провести четкий физико-математический анализ такой сложной действующей силы эволюции, как отбор. Заметим, что речь идет об отборе на молекулярном уровне, а это отличается от естественного отбора в дарвиновском понимании. Критерий селекции, разработанный Эйгеном, раскрывает физическое содержание термина «наиболее приспособленный».

Итак, возникновение самоорганизующихся предбиологических систем ставится М. Эйгеном в причинно-следственную связь с существованием неравновесности и соответствующих нелинейных регуляторных связей на молекулярном уровне, используя понятийный аппарат термодинамики открытых систем, созданный Пригожиным и Глансдорфом. Эйген показал, что вследствие конкуренции между некоторыми элементами, наделенными автокаталитическими свойствами, в исходной неупорядоченной системе за счет последовательно реализующихся неравновесных неустойчивостей может возникнуть функциональная организация. Строго научное обоснование возможности возникновения живой системы представляется одним из наиболее ценных достижений Эйгена.

Хотелось бы особо подчеркнуть, что введение понятия «селекционная ценность» позволило Эйгену построить концепцию, включающую в себя и гипотезу возникновения информации. Информация рассматривается в качестве свойства макромолекул и оценивается по их способности к авторепродукции. Соотношение таких понятий, как ценность информации и селекционная ценность, рассматривается Эйгеном как исходное для понимания возникновения информации.

Концепция Эйгена выгодно отличается от других концепций именно четкой формулировкой нерешенных проблем и плодотворными гипотезами. Популярность

этой концепции связана и с тем, что представление о самоорганизации ведет к реальной, прежде всего экспериментальной, разработке механизмов управления в биологических системах.

Сложность исследования возможных путей перехода от предбиологических систем к простейшим биологическим живым системам связана с отсутствием объекта исследования и невозможностью его существования на Земле в настоящее время. И это обусловлено не только тем, что жизнь, возникнув, уничтожила по мере своего развития условия, необходимые для ее возникновения. Пробионты, а затем и организмы являются продуктами последовательности событий во времени. Предшественники настоящего не могут существовать в данное время и, следовательно, не могут быть объектом экспериментальных исследований. Для естествознания остается пытаться лишь логически воссоздать возможную цепь событий на основе анализа современных представителей живого, находящихся на разных уровнях организации (сравнительно-эволюционный подход), изучать сохранившиеся следы прошлого (палеонтология), создавать гипотетические модели прошлого и исследовать их (экспериментальный подход), опираясь в своих рассуждениях на фундаментальные физико-химические законы.

Несмотря на все успехи в самых различных областях биологии, вопрос о том, что такое жизнь (и вопрос о ее происхождении), до сих пор остается предметом острых дискуссий. Ситуация столь сложна, что многие исследователи высказывают идею о принципиальной невозможности определения сущности жизни. Так, в монографии с названием «Современная биология» известного немецкого ученого Г. Богена первая глава так и называется – «Можно ли и должно ли дать определение жизни?».

Долгое время вопрос о сущности жизни был почти исключительно предметом философских споров между представителями механицизма (учение, трактующее живое как машину, подчиняющуюся физико-химическим закономерностям, но лишь в более сложной их комбинации, чем это имеет место в неживой природе) и витализма (учение о том, что сущность живого – особая жизненная сила). По мере все более полного описания и все более глубокого осмысления различных механизмов жизнедеятельности обсуждение вопроса о том «Что такое жизнь?» стало вводиться в строго научное русло.

Первой влиятельной идеей по этой проблеме, господствовавшей до 30–40-х гг. XX в., стало понимание жизни как процесса активного и целесообразного поддержания специфической материальной структуры, формой проявления которой является сама эта активность. Холдейн указывал, что активное поддержание нормальной и притом специфической структуры составляет особенность жизни; понять сущность этого процесса – значит понять, что такое жизнь. Главным механизмом поддержания этой специфической структуры считался процесс обмена веществ (и соответственно энергией) организмов с окружающей средой, а главным материальным носителем этой способности – белок.

Однако по мере осознания фундаментальной значимости генетических структур во всех процессах жизнедеятельности ученые все чаще приходят к мысли, что главным

процессом, характеризующим жизнь, является не столько процесс обмена веществ, сколько способность всех живых систем к самовоспроизведению. Посредством самовоспроизведения жизнь сохраняется в смене потенциально бесконечной череды поколений. Благодаря уникальной способности генов к самокопированию и сохранению своей специфичности даже в случае изменения (мутирования) своей структуры, именно они должны рассматриваться в качестве главных кандидатов на роль подлинно материальной основы жизни и ее эволюции путем естественного отбора. При этом на первом этапе казалось, что с химической точки зрения гены представляют собой белки. Однако вопреки ожиданиям оказалось (окончательно было выяснено в 1944 г.), что гены – это не белки, а представители совсем другого класса биополимерных молекул, а именно нуклеиновых кислот. Появились попытки определить жизнь как форму существования дезоксирибонуклеиновых кислот. Но к этому времени стало ясно, что жизнь не может быть свойством тел, веществ, а только свойством систем, то есть чего-то, что возникает в процессе взаимодействия различных тел, веществ, структур, сил, полей и т. д. Открылась перспектива раскрыть тайну жизни на пути расшифровки механизмов взаимодействия двух важнейших классов биополимеров – белков и нуклеиновых кислот.

С оформлением кибернетики как науки исследование проблемы природы и сущности жизни получило еще одну руководящую идею – идею самоуправления. То, что живые системы способны автоматически поддерживать важнейшие параметры своего функционирования в границах рабочей нормы, было известно давно: уже в XIX в. на явление гомеостаза (поддержания постоянства внутренней среды организма) обратил внимание выдающийся французский биолог К. Бернар. С кибернетикой пришло осознание решающей роли информации как важнейшего фактора процессов саморегулирования и самоуправления жизненными процессами. Возникли определения жизни как формы существования информации и кодируемых ею структур, которая обеспечивает воспроизводство этой информации в подходящих условиях внешней среды.

Эти три потока идей, идущие из разных областей исследования живого (биохимии, генетики и кибернетики), были объединены в рамках молекулярной биологии. Она сформировалась после раскрытия структуры ДНК, позволившего понять ее как носителя кода наследственной информации, как своего рода текст, в содержании которого записана программа формирования всех важнейших структур и отправок его носителя, в том числе и программа собственного самовоспроизведения (самокопирования). Получается, что без нуклеиновых кислот невозможно образование белков, но, с другой стороны, без наличия белков невозможна специфическая активность нуклеиновых кислот. Поэтому большинство исследователей на сегодня считают, что жизнь на Земле появилась тогда, когда возникла открытая, то есть непрерывно обменивающаяся со средой, веществом, энергией и информацией, система взаимодействующих полимеров (главными из которых являются нуклеиновые кислоты и белки), способная к самовоспроизведению, авторегуляции, развитию и эволюции.

Согласно устоявшимся взглядам на происхождение жизни жизнь возникла один раз.

Если бы жизнь возникала более одного раза, то одна более успешная форма жизни неизбежно вытеснила бы все остальные. Однако бактерии и архибактерии (одноклеточные организмы, похожие на бактерии, но не имеющие ядра) – два разных типа микроорганизмов, произошедшие от одного предка более 3 млрд лет назад, мирно сосуществуют до сих пор. Кроме того, альтернативные формы жизни могут занимать экологические ниши, непригодные для других форм.

Живое отличается от неживого по веществу, структуре и функциям, в вещественном плане в состав живого обязательно входят высокоупорядоченные макромолекулярные органические соединения – биополимеры. Материальным носителем всех свойств является белок в его различных формах, в комплексе с нуклеиновыми кислотами и другими веществами. Структурным носителем всех целостных свойств служит белок. Молекулы белков обычно содержат несколько сотен аминокислот и похожи на браслет с брелочками, состоящий из главной и боковых цепей. У всех видов живого имеются свои особые белки, определяемые генетическим кодом. Попадающие в организм белки расщепляются на аминокислоты и используются организмом для построения собственных белков. Почти в каждой из клеток человека синтезируется свыше 10 000 различных белков. Именно набором белков определяется сходство и различие организмов: чем ближе организмы друг к другу, тем более сходны их белки. Вследствие естественного отбора и генетических информационных процессов происходит совершенствование структур и функций систем в поколениях, то есть во времени.

Однако свойство саморепликации не единственное, что отличает на молекулярном уровне биоорганический мир от неживой природы. Биополимеры обладают еще одним удивительным свойством. В 1948 г. Луи Пастер открыл зеркальную изомерию органических молекул. Оказалось, что молекулы, в которых атом углерода связан своими четырьмя валентностями с четырьмя различными соседями, могут существовать в двух структурных формах, схожих и вместе с тем отличных друг от друга, как правая и левая ладони. Правая рука не совпадает со своим отражением так же, как и страница с текстом, надписи на которой в зеркале всегда «смотрят» в другую сторону. В мире молекул есть точные аналоги правой и левой рук, так называемые молекулы – зеркальные антиподы. Их называют еще оптическими изомерами, поскольку они отличаются друг от друга тем, что вращают плоскость поляризации проходящего через них света в противоположные стороны.

Эта особенность молекул существовать в двух зеркально-антиподных формах известна в науке под названием хиральности (англ. *chirality*, от греч. *chêir* – рука). Любая геометрическая фигура, которая не может быть совмещена со своим отражением, называется хиральной. К числу органических веществ, обладающих этим свойством, принадлежат и молекулярные «кирпичики» живого – аминокислоты и сахара. Все аминокислоты, входящие в состав белков, хиральны, за исключением простейшей – лицина. Сахара – строительные звенья углеводов и нуклеиновых кислот также хиральны. Живой природе присуща практическая абсолютная хиральная чистота: белки содержат только «левые» аминокислоты, а нуклеиновые кислоты – только «правые» сахара.

Существенную роль в определении нового направления изучения молекулярной эволюции сыграла концепция В. И. Гольданского, основанная на представлении о том, что жизнь «характеризуется двумя основными свойствами: способностью к саморепликации и хиральной чистотой». Существенное значение хиральность имеет при синтезе сложных соединений, обладающих лекарственными свойствами. Следует отметить, что большинство природных ядов – полипептидов и алкалоидов – также хиральны, а их антиподы практически безвредны для организма человека. С другой стороны, антиподы природных аминокислот и сахаров живыми организмами просто не усваиваются и даже не распознаются. Иногда антиподы лекарственных средств могут быть очень опасны, поэтому при производстве лекарств для очистки получаемых веществ используют различные хиральные агенты (коллоидные системы с хиральными молекулами, «привитыми» к поверхности). В очень редких случаях оба антипода встречаются в природе, но тогда они обладают совершенно разными свойствами. Например, одна форма молекулы лимонеллы отвечает за запах эфирного масла лимона, другая – за запах эфирного масла апельсина.

Хиральная чистота живой природы означает, что на определенном этапе эволюции произошло нарушение, точнее полное разрушение, зеркальной симметрии предбиологической среды. То, что исходная среда обладала зеркальной симметрией (то есть содержала равное количество правых и левых изомеров), подтверждают эксперименты, моделирующие синтез органических соединений в условиях, соответствующих первобытной Земле. В этих экспериментах синтезируется равное количество и левых, и правых изомеров. Химики называют такие смеси рацемическими. Известно, что хирально чистые соединения, предоставленные сами себе, рано или поздно превращаются в рацемическую смесь. В неживой природе процесс самопроизвольного превращения левых молекул в правые и наоборот протекает с некоторой постоянной скоростью. И по относительному содержанию правых аминокислот в ископаемых органических останках можно весьма точно датировать время их образования. Неживой природе присуща тенденция к установлению зеркальной симметрии, равновесию между левыми и правыми. Именно поэтому возникновение хиральной чистоты биосферы представляется одной из самых больших загадок в проблеме происхождения жизни.

Проблему возникновения этой асимметрии решает концепция, неразрывно связывающая свойство самовоспроизведения и хиральной чистоты по происхождению. Концепция опирается на эксперименты группы американских и голландских химиков по моделированию образования полинуклеотидов, а также на расчеты, которые показали, что самовоспроизведение могло возникнуть и поддерживаться исключительно в хирально чистой среде. Таким образом, определяется очередность предбиологических событий: разрушение зеркальной симметрии среды должно было произойти прежде, чем возникла основа жизни – самовоспроизводящиеся системы. В современной науке подробно анализируются возможные условия и причины возникновения хиральной чистоты на химической стадии эволюции вопреки присущей неживой природе тенденции к установлению зеркальной симметрии.

Перспективная область поиска ответа открывается синергетикой, изучающей процессы самоорганизации в системах самой различной природы. Скачкообразный переход к хиральной чистоте сравнивается по значимости с Большим взрывом. Законы химии действуют одинаково как в левом, так и в правом мире, и если предположить, что жизнь может случайно возникнуть еще раз, то ее строительные блоки будут иметь с вероятностью 50% противоположную симметрию. «Теневое сообщество» может подчиняться тем же биологическим законам, что и обычное, но состоять из зеркально симметричных молекул. Его члены не будут конкурировать напрямую с известными нам формами жизни и обмениваться с ними генами.

Идентифицировать зеркально симметричные формы жизни не составляет труда: продукты их жизнедеятельности будут такими же с точки зрения химии, но при этом будут иметь противоположную симметрию и расти только в среде с зеркально симметричными питательными веществами. Ричард Хувер и Елена Пикута из Центра космических полетов Маршалла (НАСА) провели эксперимент, в котором участвовали разнообразные недавно открытые организмы, способные выживать в совершенно невыносимых ни для одного из известных организмов условиях – в высокощелочных водоемах, очень соленых озерах, сухих промерзших пустынях в Антарктиде или загрязненных промышленными отходами реках. Эти организмы поместили в среду с зеркально симметричными питательными веществами и проследили, появятся ли признаки биологической активности. Исследователи обнаружили один микроорганизм, способный расти в экзотической среде, – *Anaerovirgula multivorans*, – выделенный из донных осадков щелочного озера в Калифорнии. Этот микроорганизм обладает способностью химически изменять аминокислоты и сахара, переводя их в «надлежащую» форму, а затем утилизировать ее [\[43\]](#).

В структурном плане живое отличается от неживого клеточным строением. Все процессы, определяющие поведение живого организма, протекают в клетках (от лат. *cellula* – комнатка). Все живые существа представляют собой либо одиночные клетки, либо агрегаты объединенных клеток. Клетка представляет собой как бы «атом жизни», поскольку более мелкие ее части лишены специфических характеристик жизни (питание, рост, размножение).

В функциональном плане для живых объектов характерно воспроизводство самих себя. Воспроизводство осуществляется с помощью наследственной информации, материальным носителем которой являются молекулы ДНК. Нуклеиновые кислоты несут информацию о строении аминокислот, входящих в белок. Молекула ДНК – это «набор, с которого печатается организм в типографии Вселенной».

Однако строго научное разграничение живого и неживого встречает определенные трудности. На границе от нежизни к жизни существуют вирусы. Вначале вирусы считали просто ядовитыми веществами, затем – одной из форм жизни, позже – биохимическими соединениями. Подобно обычным химическим веществам вне клеток вирусы образуют кристаллы. Когда в 1935 г. У. Стенли удалось впервые выделить кристаллы вируса табачной мозаики, обнаружилось, что они состоят из сложных

биохимических компонентов и не обладают необходимым для биологических систем свойством – обменом веществ. Вирус не питается, не растет, воспроизводится только в клетке хозяина. Вирусы паразитируют внутри клеток, вне клеток другого организма они не обладают ни одним из атрибутов живого.

Вирус обладает очень сложной внутренней структурой. Его сердцевина, «ядро», содержит одну (иногда больше) молекулу нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК). Нуклеиновые кислоты самых мелких вирусов имеют 3–4 гена, а самые крупные – 100 генов. Снаружи вирус покрыт белковым чехлом, защищающим нуклеиновую кислоту от вредных воздействий окружающей среды. Попав в клетки живых организмов, вирусы внедряются и заставляют клетки производить все новые и новые копии вирусных частиц за счет собственных питательных веществ. В результате клетка превращается, условно говоря, в копировальный аппарат, перестает выполнять свои обычные функции. Вирусы являются инфекционными агентами. Но способность вируса убивать клетку-хозяина можно использовать для борьбы с отдельными клетками многоклеточных организмов, например для борьбы с раковыми клетками. С помощью нанотехнологических манипуляций вирус и специальный белок (антитело), способный селективно связываться с участком поверхности клетки-мишени, можно прикрепить к наночастице, выполняющей функцию транспортного средства. Такой специально созданный объект может атаковать только патологические клетки.

На основании вышесказанного возможно дать такое определение жизни: «Живое – дискретные, молекулярные, термодинамические открытые системы или комплексы систем, которые способны к саморегулируемому синтезу сложных веществ и структур, к автокатализу и размножению». Упрощая можно сказать, что жизнь есть форма существования биополимерных тел (систем), способных к саморепликации в условиях постоянного обмена веществом и энергией с окружающей средой. Саморегулируемый синтез и автокатализ обеспечивают устойчивость систем, то есть возможность антиэнтропийных процессов в них. Структуры живых систем подвержены изменениям. Оптимальная, то есть наиболее устойчивая при данных условиях, организация структур живых систем формируется в результате естественного отбора. Системы способны к передаче накопленной информации об организованности системы благодаря матричному синтезу нуклеиновых кислот.

В последнее время в литературе, в основном в научно-популярных изданиях, появилось большое количество «новых концепций» происхождения жизни. Для них характерно неоправданное внимание к какой-либо одной особенности живых систем (например, к жидкокристаллическому характеру клеточных мембран, роли ферментативного катализа в процессах жизнедеятельности и т. д.). Возникновение других свойств живых систем не рассматривается, ибо считается, что эти свойства вторичны и производны. Теоретическая несостоятельность таких концепций проявляется в их неспособности сформулировать практическую программу исследований по проблеме происхождения жизни. Альтернативные гипотезы, как правило, не стремятся дать абсолютно полную и подробную картину процессов, имевших место при происхождении жизни, они представляют собой набор взаимно

непротиворечивых постулатов, имеющих как бы характер запретов.

Проблема возникновения жизни до сих пор относится к нерешенным и актуальным проблемам естествознания. Предпринятый в данной главе анализ истории поиска решения «вечной загадки» показывает, что этот поиск не был и не может быть результативным ни на уровне абстрактного философствования, ни на уровне естественно-научного эксперимента. Опираясь на опыт естествоиспытателей прошлого, которые пытались при решении проблемы происхождения жизни совместить эти уровни, можно сказать, что чем глубже наука проникает в сферу живого, тем явственнее сознание того, что сущность явлений жизни невозможно понять без решения вопроса о происхождении.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие варианты постановки и решения проблемы происхождения жизни вам известны? Опишите естественно-научное содержание и методологические принципы решения проблемы в каждом из вариантов.
2. Объясните, почему любая концепция происхождения жизни должна ответить на вопрос: случайно или с необходимостью возникла жизнь?
3. По каким параметрам живое отличается от неживого?
4. Сформулируйте трудности, которые испытывает современное естествознание, пытаясь описать происхождение жизни.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Биологической системой называются: А) объединение однородных клеток; Б) органы живого организма; В) несколько рядом расположенных органов; Г) любые биологические объекты, обладающие свойством целостности.
2. Согласно концепции биохимической эволюции синтезу органических соединений способствовали следующие характеристики первичной атмосферы Земли: А) наличие разнообразных источников энергии; Б) присутствие значительного количества кислорода; В) наличие в атмосфере Земли разнообразных микроорганизмов; Г) все эти условия.
3. В рамках концепции эволюционного происхождения жизни предполагается, что пробионты были: А) первичными автотрофами; Б) первичными гетеротрофами; В) первичными хищниками; Г) первичными паразитами.
4. Вода – основа жизни, так как: А) охлаждает поверхность при испарении; Б) в клетках зародыша ее более 90%; В) имеет три агрегатных состояния; Г) является растворителем, обеспечивающим приток веществ в клетку и удаление продуктов

распада.

5. Гипотеза происхождения жизни, постулированная А. И. Опариным и экспериментально проверенная С. Миллером, заключается в следующем: А) первичная атмосфера содержала молекулярный кислород; Б) первичный океан содержал высокие концентрации белков и нуклеиновых кислот; В) бактерии появились на Земле 3,5 млрд лет назад; Г) молекулы органических веществ могли сформироваться абиогенно.

6. Для биосинтеза в клетках организма необходимы: А) нуклеиновые кислоты; Б) ферменты; В) мембраны; Г) гормоны.

7. Для всех живых организмов характерны: А) структурированность; Б) полная симметрия; В) обмен веществ; Г) половое размножение.

8. Укажите верные суждения: А) жизнь воспроизводит себя на основе нуклеиновых кислот; Б) вирусы имеют клеточное строение; В) вирусы имеют структуры ДНК и РНК; Г) материальным носителем функции самовоспроизведения в живом являются белки.

9. Микроскопические исследования Левенгука: А) подтвердили концепцию креационизма; Б) подтвердили концепцию самопроизвольного зарождения жизни; В) опровергли концепцию панспермии; Г) не относились ни к одной концепции происхождения жизни.

10. Опыты Л. Пастера: А) подтвердили концепцию панспермии; Б) опровергли концепцию самопроизвольного зарождения жизни; В) утвердили абиогенетические представления; Г) не соответствовали креационистским представлениям.

11. Понятие «гомеостаз» характеризует: А) общее снижение жизнеспособности организмов; Б) состояние динамического равновесия природной системы; В) процесс разрушения клеток путем их растворения; Г) процесс окисления органических веществ в клетке.

12. Самозарождение жизни на Земле в настоящее время маловероятно, так как: А) кислород атмосферы препятствует образованию органических соединений; Б) на Земле слишком мало действующих вулканов; В) в Мировом океане слишком низкая температура воды; Г) на Земле нет места для новых видов живого.

13. Концепция происхождения жизни А. И. Опарина содержит утверждения: А) о неоднократном возникновении жизни; Б) о закономерном характере возникновения жизни; В) о возникновении жизни как результате деятельности Высшего разума; Г) о возникновении жизни в результате заноса зародышей жизни из космоса.

14. У вирусов в отличие от клеток не бывает: А) мембран; Б) рибосом; В) способности синтезировать нуклеотиды; Г) способности синтезировать РНК.

15. Элементарной неделимой единицей жизни является А) особь; Б) хромосома; В) ген; Г) вид.

ГЛАВА 6.

Системный подход в современной науке

В науке широко используется представление о структурных уровнях материи. Они образованы из определенного множества объектов какого-либо класса и характеризуются особым типом взаимодействия между составляющими их элементами. Неорганическая природа предстает как имеющая такую последовательность структурных уровней: микроэлементарный (уровень элементарных частиц и полевых взаимодействий) – ядерный – атомарный – молекулярный – уровень макроскопических тел различной величины – планеты, звездно-планетные комплексы – галактики – метagalaktiki. Живая природа тоже структурирована, в ней возможно выделить следующие уровни: уровень биологических макромолекул – клеточный уровень – микроорганизменный – уровень органов и тканей – организм – популяционный – биоценозный – биосферный. Переход от одной области действительности к другой связан с усложнением и увеличением многообразия факторов, обеспечивающих целостность систем. Закономерности новых уровней специфичны, несводимы к закономерностям уровней, на базе которых они возникли. Структурное многообразие, то есть системность, является способом существования материи.

Исходным понятием в представлении структурной упорядоченности выступает понятие «система». Определений этому понятию на сегодняшний день существует множество. Один из основоположников общей теории систем Л. Берталанти определял систему как комплекс взаимодействующих элементов. Далее неразложимый компонент системы при данном способе ее рассмотрения называется элементом. Для анализа сложноорганизованных, саморазвивающихся систем, когда между элементами и системой имеются «промежуточные комплексы» более сложные, чем элементы, но менее сложные, чем система, используют понятие «подсистема».

Понятие «целое» шире понятия системы. Системами являются не только целостные, но и суммативные системы (примером суммативных систем является, например, набор карандашей или террикон угольной разработки). В целостных системах в результате взаимодействия элементов внутренние связи гораздо существеннее внешних, в системе появляются новые качества, несводимые к свойствам элементов (например, свойства H_2O несводимы к свойствам отдельно взятых атомов H и O).

Трактовка целостности как суммы частей была закреплена в науке под влиянием успешного развития физики на базе механики. Именно здесь укрепилось представление ученых о том, что любые явления действительности представляют собой процессы, осуществляющиеся в пространстве и времени, что они причинно обусловлены и подчиняются небольшому количеству законов, на основе которых можно дать им сколь угодно точное описание. Этим стилем в XIX в. вдохновлялись не только физики, но и биологи, психологи, экономисты, историки. Сведение познания к изучению элементарнейших форм существования материи (как неживой, так и живой природы) носит название редукционизм. При таком подходе законы природы пытаются изучать,

познавая вместо единого целого отдельные его части.

Витализм рассматривает жизнь как уникальное явление, которое нельзя объяснить только действием законов физики и химии или, точнее, физики, так как химия – лишь один из ее разделов. Живое трактуется как имеющее особый нематериальный элемент – «жизненная сила», «жизненный порыв», энтелехия. Эти «одушевляющие» начала придают организму такие качества, как память, мышление и целенаправленные действия, к появлению которых «грубая материя» и «слепые физические силы» не способны. Видимая целесообразность – способность достигать неких конечных целей – в живой природе встречается довольно часто, и не только у высших форм, напротив, ее отсутствие составляет скорее исключение. Признание «одушевляющих начал» как нематериальных, непознаваемых средствами научного наблюдения сущностей сужало возможности научного исследования живых систем. С другой стороны, безоговорочно принять тезис, что жизнь целиком основана на физических и химических процессах, тоже некорректно. Если и существует некая «живая сила», присущая только живой природе, то она по природе своей не способна нарушать основополагающие физические и химические законы. Законы физики и химии в биологических системах не нарушаются, и формула «жизнь подчиняется только законам физики» утверждает лишь только этот факт. Однако слабая сторона такой формулировки в том, что она оставляет в стороне главное и самое интересное в этой проблеме. Живое – это физическая система, но вместе с тем оно обладает также свойствами осмысленности и целенаправленности. Проблема поэтому заключается в том, чтобы выяснить, может ли физическая система обладать такими свойствами, и если может, то каким образом это достигается.

Всякие разъяснения в понятиях «целей» вместо наблюдаемых эффектов называются телеологическими (от греч. telos – конец, цель). Аристотель говорил о существовании причин нескольких типов. Если построен дом, то это произошло потому, что кому-то нужно было жилище. Это он называл конечной причиной, то есть давал телеологическое объяснение. Но тот же дом строился потому, что кто-то укладывал один кирпич на другой – это уже «действующая причина». Одно время философы, особенно средневековые схоласты, ограничивались поисками «конечных причин», выдуманных или истинных целей чего-либо, и игнорировали изучение действующих механизмов. Например, работу мышц объясняли необходимостью двигать тело. Наука начала интенсивно развиваться после того, как телеологическими объяснениями стали пренебрегать, а вместо этого заниматься изучением механизмов тех или иных явлений. Поиск действующих причин оказался столь эффективным, что представления о конечных причинах (целях) в науке совсем перестали употребляться.

Представления о пространстве формировались по мере освоения человеком жизненно необходимых территорий. Действительно, древнейшая область математики – геометрия (от греч. geometria: ge – земля и metreo – мерно) зародилась как наука о способах измерения площадей, объемов, расстояний. В первой книге «Начал» (а всего их 15) Евклид еще в III в. до н. э. предпринял попытку систематизации научных знаний по геометрии и определил те объекты, с которыми она работает:

- точка есть то, что не имеет частей;
- линия есть длина без ширины;
- прямая есть такая линия, которая одинаково расположена относительно своих частей;
- поверхность есть то, что имеет только длину и ширину;
- плоскость есть поверхность, которая одинаково расположена по отношению ко всем прямым, лежащим в этой плоскости.

Термины «не имеет частей», «ширина», «длина», «одинаково расположена» – скорее характеристики окружающего физического мира, чем строгие математические определения. Они выявляют некоторые характерные свойства реальных объектов: натянутой струны или луча света, или, например, гладкой поверхности. Наряду с приведенными определениями Евклид приводит и список геометрических постулатов, на которых в течение тысячелетий базировались представления о пространстве:

- требуется, чтобы от любой точки до любой другой точки можно было провести прямую;
- и чтобы любую (ограниченную) прямую можно было неограниченно продолжить;
- и чтобы из любого центра можно было описать окружность любого радиуса;
- и чтобы все прямые углы были равны;
- если две прямые пересечены третьей, то они пересекаются в той полуплоскости относительно секущей, где сумма односторонних внутренних углов меньше двух прямых.

Пятому постулату, объекту особо пристального и критического внимания, есть несколько эквивалентов. Один из них говорит, что сумма внутренних углов треугольника равна 180° .

В XIX в. Н. И. Лобачевский (1792–1856) и Я. Бойаи (Больяи) (1802–1860) показали, что можно построить непротиворечивую геометрию, в которой через заданную точку может проходить несколько прямых, параллельных заданной. Это была новая геометрия, построенная на постулатах, отличных от предложенных Евклидом. Именно они подготовили расширение понятий о пространстве и едином пространстве-времени в физике.

Вариант неевклидовой геометрии построил немецкий математик Б. Риман (1826–1866) – геометрия на сфере. В основе геометрии Римана лежит постулат, по которому через точку вне прямой нельзя провести ни одной прямой, параллельной заданной. Прямые здесь определяются как линии, проходящие через полюса сферы. В обычном

понимании на поверхности сферы прямых вообще нет.

Евклидово ли пространство, в котором мы находимся? Не искривлено ли оно? Не пересекутся ли параллельные линии на бесконечности? Всегда ли сумма углов треугольника 180° ? Что такое прямая в физическом мире? Как построить в действительности прямую линию? Как же все-таки определить, в каком пространстве мы живем, какой геометрией оно описывается?

Возможно, что проще всего это сделать, измерив углы большого треугольника. В геометрии Евклида сумма углов треугольника – 180° , в геометрии Римана – больше 180° , в геометрии Лобачевского – меньше 180° .

Эксперименты по измерению углов треугольника в пространстве на больших базах были проведены К. Ф. Гауссом (1777–1855). Он с помощью геодезических приборов измерял углы треугольника, построенного на вершинах гор при расстоянии между ними около 100 км. Отклонение суммы углов от 180° не было обнаружено. Лобачевский измерял углы треугольника, основание которого совпадало с диаметром земной орбиты, а вершина находилась в месте расположения яркой звезды (Сириуса). Отклонений суммы углов от 180° не было обнаружено.

Знакомство с современной концепцией «физического пространства – времени» начнем с представлений о пространстве и времени в классической механике. В механистической картине мира понятия пространства и времени рассматривались вне связи и безотносительно к свойствам движущейся материи. Пространство в ней выступает в виде своеобразного вместилища для движущихся тел. В механике рассматриваются лишь обратимые процессы, что значительно упрощает действительность.

Принцип относительности в классической механике впервые был установлен Галилеем, но окончательную формулировку получил лишь в механике И. Ньютона. Исаак Ньютон дал первую математическую трактовку времени и пространства в труде «Математические начала натуральной философии», опубликованной в 1687 г. Во времена Ньютона считалось, что свойства пространства и времени абсолютны, то есть не зависят от наличия материальных тел, протекающих процессов и наблюдателей. В ньютоновской модели пространство и время были тем фоном, на котором разворачиваются события, но который события не затрагивают. Время можно было считать вечным в том смысле, что оно существовало и будет существовать всегда.

Положение движущегося тела в каждый момент времени определяется по отношению к некоторому другому телу, которое называется системой отсчета. С этим телом связана соответствующая система координат. Среди систем отсчета особо выделяют инерциальные системы, которые находятся друг относительно друга либо в покое, либо в равномерном и прямолинейном движении. Особая роль инерциальных систем заключается в том, что для них выполняется принцип относительности. Принцип относительности означает, что во всех инерциальных системах все механические процессы происходят одинаковым образом.

В противоположность этому большинство людей считало, что физический мир был создан всего несколько тысяч лет назад. Это беспокоило философов: если Вселенная действительно создана, то зачем нужно было ждать целую вечность перед ее созданием? С другой стороны, если Вселенная существует вечно, то почему все, что должно произойти, еще не случилось, иначе говоря, почему история еще не закончилась? И. Кант назвал эту проблему «антиномией чистого разума», поскольку она казалась ему логическим противоречием, не имеющим решения. Но это было противоречием только в контексте ньютоновской математической модели, в которой время представляло бесконечную линию, не зависящую от того, что происходит во Вселенной.

Когда физика включила в предмет своего изучения электрические, магнитные и оптические явления, Максвелл объединил все эти явления в рамках единой электромагнитной теории. С созданием этой теории для физиков возник вопрос: выполняется ли принцип относительности и для электромагнитных явлений? Закон распространения света и принцип относительности совместимы. Это положение составляет основу специальной теории относительности (СТО).

Специальная теория относительности возникла из электродинамики, из ее теоретической части и уменьшила количество независимых гипотез, лежащих в ее основе. Однако чтобы согласоваться с постулатами специальной теории относительности, классическая механика нуждалась в некоторых изменениях. Эти изменения касаются законов движений, скорость которых сравнима со скоростью света. Когда скорость тела приближается к скорости света, масса его неограниченно растет и в пределе приближается к бесконечности. Поэтому согласно теории относительности движения со скоростью, превышающей скорость света, невозможны. Движения со скоростями, сравнимыми со скоростью света, впервые удалось наблюдать на примере электронов. Эксперименты подтвердили предсказания теории относительности об увеличении массы частиц с возрастанием скорости.

В ходе разработки специальной теории относительности А. Эйнштейн пересмотрел прежние представления классической механики о пространстве и времени. Он отказался от понятия абсолютного пространства и определения движения тела относительно этого абсолютного пространства. Каждое движение тела происходит относительно определенного тела отсчета и поэтому все физические процессы и законы должны формулироваться по отношению к точно указанной системе отсчета или координат. Следовательно, не существует никакого абсолютного расстояния, длины или протяженности, так же как не может быть никакого абсолютного времени.

Кроме этого в теории относительности понятия пространства и времени оказались связаны в единое понятие пространственно-временной непрерывности, или континуума. Вместо разобщенных координат пространства (x, y, z) и времени (t) теория относительности рассматривает взаимосвязанный мир физических событий, который часто называют четырехмерным миром Германа Минковского (1864–1909), впервые предложившего такую трактовку. Новые понятия и принципы теории относительности существенно изменили общенаучные представления о пространстве, времени и

движении. Специальная теория относительности имеет ограниченную область применения, ее результаты имеют силу до тех пор, пока можно пренебрегать влиянием полей тяготения на явления.

В специальной теории относительности было установлено, что всякое движение может описываться только по отношению к другим телам, которые могут приниматься за системы отсчета, связанные с определенной системой координат. Пространство и время тесно взаимосвязаны друг с другом, поскольку совместно они определяют положение движущегося тела. Специальная теория относительности показала, что одинаковость формы законов механики для всех инерциальных, или галилеевых, систем отсчета сохраняет свою силу и для законов электродинамики, но только для этого вместо преобразований Галилея используются преобразования Лоренца. При обобщении принципа относительности и распространении его на электромагнитные процессы постулируется постоянство скорости света, которое никак не учитывается в механике.

В 1915 г. А. Эйнштейн выдвинул совершенно новую математическую модель – общую теорию относительности (ОТО). ОТО объединила временное измерение с тремя измерениями пространства, включила действие гравитации, утверждая, что геометрические свойства пространства и времени тесно связаны с наличием и расположением массивных тел, что они зависят от характера протекающих процессов и даже от состояния наблюдателя. В связи с этим сейчас принято говорить, что свойства пространства и времени относительны. Наполняющие Вселенную вещество и энергия искривляют и деформируют пространство – время так, что оно перестает быть плоским. Объекты в пространстве – времени стремятся двигаться по прямым линиям, но поскольку оно само искривлено, их пути выглядят изогнутыми. Они движутся так, будто на них действует гравитационное поле.

В качестве грубой аналогии представьте себе лист резины [\[44\]](#). Можно положить на него большой мяч (тело с большой массой), вес мяча продавит лист и вызовет его искривление. Если теперь запустить по листу маленький шарик, то он не будет катиться от одного края к другому, он вместо этого будет двигаться вокруг большой массы, подобно обращению планет вокруг Солнца. Эта аналогия неполна, так как в ней искривляется только двумерное сечение пространства (поверхность листа резины), а время остается незатронутым, как в ньютоновской механике. В теории относительности время и пространство неразрывно связаны друг с другом. Благодаря искривлениям пространства и времени в общей теории относительности пространство и время превращаются из пассивного фона, на котором развивались события, в динамических участников происходящего.

В ньютоновской модели, где время независимо от всего остального, можно спросить: что делал Бог до того, как он создал Вселенную? Согласно Августину Блаженному перед тем как Бог создал небеса и землю, он ничего не делал. В общей теории относительности время и пространство не существуют независимо, поэтому не имеет смысла спрашивать, что случилось до начала или после конца, поскольку нельзя указать

таких моментов времени.

Общая теория относительности отказывается от требования рассматривать лишь инерциальные системы отсчета, как это делает специальная теория относительности. В результате делается вывод о том, что все системы отсчета являются равноценными для описания законов природы. Наиболее значительным результатом общей теории относительности является установление зависимости пространственно-временных свойств окружающего мира от расположения и движения тяготеющих масс.

Способы описания пространства и объектов в пространстве развиваются и сегодня. Для сравнения приведем определения пространства, даваемые математикой и физикой. В современной математике пространство определяют как множество каких-либо объектов, которые называют его точками. Ими могут быть геометрические фигуры, функции, состояния физической системы и т. д. Рассматривая их множество как пространство, отвлекаются от всяких их свойств и учитывают только те свойства их совокупности, которые определяются принятыми во внимание или введенными (по определению) отношениями. Эти отношения между точками и теми или иными фигурами, то есть множествами точек, определяют «геометрию» [\[45\]](#). Физический энциклопедический словарь [\[46\]](#) дает следующее определение: «...Пространство выражает порядок сосуществования отдельных объектов, время – порядок смены явлений...» В отличие от математики, для естествознания небезынтересен вопрос, соответствуют ли эти аксиомы реальным свойствам нашего пространства. Опыт показывает, что для наблюдателя, движущегося без ускорения вдали от массивных тел, аксиоматика Евклида выполняется с хорошей точностью.

С позиции современной науки пространство и время обладают рядом общих характеристик:

- Объективны и реальны, то есть существуют независимо от сознания людей и познания ими объективной реальности.
- Универсальные, всеобщие формы бытия материи. Нет явлений, событий, предметов, существующих вне пространства и вне времени.

В общей форме для времени характерны длительность и порядок последовательности событий. Для задания временных характеристик процессов может понадобиться несколько вещественных чисел (жизнь человека можно характеризовать, например, моментами его рождения, свадьбы и смерти). Однако существуют явления, для исчерпывающего временного описания которых достаточно одного числа (например, распад элементарной частицы, который не имеет длительности, поскольку не может быть разделен на какие-то промежуточные процессы). Существование таких «элементарных» процессов позволяет утверждать, что время одномерно. При наличии начала отсчета любой момент времени может быть задан с помощью только одного числа, а для фиксации любого события требуется один временной параметр. Кроме одномерности время необратимо, упорядоченно (моменты времени расположены по

отношению друг к другу в линейном порядке), непрерывно и связано (время состоит из несчетного множества мгновений, его нельзя разбить на части, чтобы в одной из них не было бы момента времени, бесконечно близкого ко второй части).

Большинство авторов подчеркивает, что время едино во Вселенной, какого-либо особого, отражающего особенности временных процессов в каких-то классах объектов нет, правомерно говорить лишь о субъективной оценке времени. Однако существует и противоположная позиция, имеющая немалое число сторонников. Например, проблема биологического времени (наличие особого течения временных процессов в живом) была поставлена К. Бэрм, основоположником эмбриологии. Научно обоснованная идея о биологическом времени принадлежит В. И. Вернадскому, который в это понятие включил время, связанное с жизненными явлениями, точнее, с отвечающим живым организмам пространством, обладающим дисимметрией. По Леконте де Нюп (1936), биологическое время нерегулярно, поскольку нерегулярны изменения, лежащие в его основе. Это составляет отличие от физического времени. Ф. Чижек (1967) обращает внимание на то, что в разном возрасте нужно неодинаковое количество физического времени для совершения равной физической работы. Примером отличия физического и биологического времени является календарный и биологический возраст человека. По мнению В. А. Межерина (1980), две формы времени (физическое и биологическое) не тождественны, при сведении биологического времени к физическому утрачивается представление о специфике биологических систем. В современной научной литературе приводится много свидетельств довольно существенной изменчивости масштабов времени в психофизическом восприятии его течения человеком. Особенно это касается стрессовых ситуаций, когда время «сжимается» или «растягивается».

Временная организация биологических систем представляет собой центральную проблему той области биологии, которая получила название хронобиология (от греч. слов *hronos* – время, *bios* – жизнь и *logos* – учение, наука). Хронобиология – междисциплинарная наука, включающая методы и представления других естественно-научных дисциплин (молекулярной биологии, генетики, биофизики, биохимии, морфологии и др.). Она использует достижения точных наук (математики, физики и химии). Со своей стороны, хронобиология дает другим наукам о жизни более точное и объективное знание о биологических процессах и формирует методологическую основу изучения различных сторон жизнедеятельности организма с учетом фактора времени. Основная задача хронобиологии – выяснение роли фактора времени в существовании и развитии биологических систем. Процессы, протекающие в живых системах, осуществляются во времени упорядоченным образом. Упорядоченность – основа их временной организации.

В отечественной и зарубежной хронобиологии сформулированы положения о временной организации живых систем как одном из основных принципов биологической организации. Теоретически разработаны проблемы биологического времени, его свойств и закономерностей, а также его размерности.

Любые изменения в живых системах обнаруживаются только при сравнении

состояний системы как минимум в двух временных точках, разделенных большим или меньшим интервалом. Однако их характер может быть различным. О фазовых изменениях в системе говорят тогда, когда в системе последовательно сменяются стадии какого-либо биологического процесса. Примером может служить смена стадий онтогенеза, то есть индивидуального развития организма. Изменения такого типа свойственны морфофизиологическим показателям организма после воздействия на него каким-либо фактором. Эти изменения характеризуют как нормальное течение процессов в организме, так и его реакцию на воздействия.

Имеется особый класс периодических изменений деятельности и поведения живых систем – биологические ритмы. Учение о биологических ритмах (в узком смысле) получило наименование биоритмологии, так как сегодня признается, что биологический ритм – один из наиболее важных инструментов исследования роли фактора времени в деятельности живых систем и их временной организации. Биологические ритмы обнаружены на всех уровнях организации живой природы – от одноклеточных до сложноустроенных многоклеточных организмов растений и животных, в том числе человека, и от молекулярных и субклеточных структур до биосферы. Это свидетельствует о том, что биологическая ритмика – одно из наиболее общих свойств живых систем.

Ритмические изменения разделяют на периодические (происходящие через промежутки времени, строгие по продолжительности) и циклические (характеризующиеся нестрогой повторяемостью). Биологический ритм – это колебательный процесс, приводящий к воспроизведению биологического явления или состояния биологической системы через приблизительно равные промежутки времени. Следует обратить внимание, что речь идет о воспроизведении, а не повторении. Каждый новый цикл изменений в биологическом ритме только подобен предыдущему, его параметры обязательно отличаются от старого цикла. Эта черта делает биологический ритм отличным от механического колебания. В новом цикле воспроизводятся общая структура, форма ритма, а изменяться могут все параметры ритма или только часть их. Тогда новый цикл, оставаясь по форме похожим на старый, по своему содержанию уже отличается от него. Эта очень глубокая и важная закономерность позволяет понять, каким образом возникает новое содержание в остающейся прежней структуре и почему необратим процесс развития какой-либо функции, морфологического образования или организма в целом. Образно можно сказать, что биологический ритм в данном случае подразделяет процесс развития на отдельные отрезки (кванты), то есть делает развитие квантованным, этим достигается единство непрерывности и дискретности. Квантованность изменений, происходящих в живой системе, имеет прямое отношение к проблеме размерности (естественных единиц биологического времени).

Биологические ритмы признаны важнейшим механизмом регуляции функций организма, они включают принцип отрицательной обратной связи и обеспечивают гомеостаз, динамическое равновесие и процессы адаптации в биологических системах. В настоящее время в организме человека обнаружено свыше 500

морфофизиологических параметров, которым свойственны биологические ритмы. В клетках изменяются число и размеры многих внутриклеточных структур, метаболические процессы (синтез белка, активность ферментов), размножение клеток. Биологические ритмы свойственны функциям органов и систем органов. Широко известны суточные колебания частоты сердечного цикла, артериального давления, выделяющей функции почек. Организм в целом характеризуют ритмы поведения, работоспособности, температуры. Отметим еще одну интересную закономерность биоритмов – способность биологического процесса колебаться с разной частотой.

Установлено, что биологические ритмы, с одной стороны, имеют эндогенную природу и генетическую регуляцию, а с другой – их осуществление тесно связано с модифицирующим действием факторов внешней среды, так называемых датчиков времени. Эта связь лежит в основе единства организма со средой и во многом определяется экологическими закономерностями.

Каким образом организм регулирует свои временные отношения с окружающей средой? Важнейшим из внешних факторов (датчиков времени), влияющих на ритмы организма, является фотопериодичность. У высших животных предполагается существование двух способов фотопериодической регулировки биологических ритмов: первый – через органы зрения и далее через ритм двигательной активности, второй – через экстрасенсорное восприятие света.

Существует несколько концепций эндогенного регулирования биологических ритмов – генетическая регуляция, регуляция с участием клеточных мембран, кибернетические модели регуляции. Хотя факт генетической регуляции биологических ритмов очевиден, закономерности генетических программ временной организации в целом, а не для отдельных ритмов пока остаются неизвестными. В 80-х гг. XX в. установлено, что мутации, вызывающие потерю ритма двигательной активности у дрозофил, сопровождаются изменениями в клетках их головного мозга. В экспериментах установлено, что мозг мух выделяет какой-то гуморальный фактор, контролирующий период ритма подвижности насекомых. При трансплантации мозга от донора линии мух с коротким периодом ритма наследственно аритмичному реципиенту происходило восстановление ритма двигательной активности с тем же коротким периодом. Концепция о роли биологических мембран в регуляции ритмов предполагает, что их генерирование связано с периодическими изменениями потока ионов через мембраны клеток. Кибернетическая модель предполагает изучение временной организации биологических систем как комплекса биологических ритмов разных функций организма и как структуры биологических ритмов одной функции.

Для сохранения целостности системы при изменении внешних условий необходима перестройка ритмической организации системы. Разные ритмы имеют неодинаковую скорость перестройки. Наличие в организме ритмов с различным периодом дает наибольшие возможности приспособления к множеству периодических изменений в окружающей среде. Свойство временной организации, позволяющее ей эволюционировать, – лабильность ритмов, ведь жесткая детерминация их параметров

исключила бы возможность нового временного кодирования систем. Это свойство ритмов находится в сфере действия отбора, который распространяется как на временные связи между организмом и средой, так и на временные связи внутри системы. Если система страдает внутренним дефектом временной организации, то она имеет мало шансов приспособиться к внешним условиям.

Обнаружены биологические ритмы чувствительности организмов к действию факторов физической и химической природы, например лекарственных средств. Это стало основой для развития хронофармакологии, то есть способов применения лекарств с учетом зависимости их действия от фаз биологических ритмов функционирования организма, от состояния его временной организации, изменяющейся при развитии болезни.

Знание о закономерностях биологических ритмов используют при профилактике, диагностике и лечении заболеваний человека (хрономедицина), при организации режимов труда и отдыха (хроногигиена) и т. д.

Развитие жизни – многообразное проявление ритмических процессов. Это вывод не только биологов: благодаря ритму в различных сторонах жизни закономерным образом появляются новые качества.

В XX в. проблема появления нового – самоорганизация в живой и неживой природе становится одной из центральных проблем науки.

Кибернетика – наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в технических, биологических и социальных системах. Название наука получила от греч. «кибер» – «рулевой», «кормчий». В основе кибернетики лежит идея возможности использовать общий подход к рассмотрению процессов управления в системах различной природы. Она возникла на стыке математики, теории информации, техники и нейрофизиологии. Кроме общих соображений методологического характера кибернетика дает мощный аппарат количественного описания процессов, основанный на методах теории информации, теории динамических систем, теории алгоритмов и теории вероятностей.

Рождение кибернетики принято связывать с именем Норберта Винера (1894–1964), который в 1948 г. опубликовал книгу «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине». Однако необходимо отметить, что по существу ряд научных направлений, составляющих основные положения кибернетики, разрабатывался задолго до исследований Н. Винера. Так, еще в 1843 г. польский мыслитель Б. Трентовский опубликовал малоизвестную в настоящее время книгу «Отношение философии к кибернетике как искусству управления народом» и т. д. В книге «Опыт философских наук» в 1834 г. известный физик Ампер дал классификацию наук, среди которых третьей по счету стоит кибернетика – наука о текущей политике и практическом управлении государством (обществом). Но только после публикации работ Н. Винера началось формирование общей теории управления.

К основным задачам кибернетики относятся установление фактов, общих для управляемых систем; выявление природы ограничений, свойственных управляемым системам; нахождение общих законов, которым подчиняются управляемые системы; определение механизмов практического использования установленных фактов и найденных закономерностей.

Одной из основных идей кибернетики явился новый взгляд на составляющие, из которых состоит наш мир. Классическое представление о мире, состоящем из материи и энергии, уступило место представлению о мире, состоящем из трех составляющих: энергии, материи и информации. Информация (от лат. «ознакомление», «разъяснение») обозначает меру организованности системы в противоположность понятию «энтропия» как меры неорганизованности. Без информации немислимы организованные системы, но именно такими системами и являются наблюдаемые в природе живые организмы и созданные человеком управляемые системы. Более того, они не только являются организованными, но и сохраняют свою организованность со временем, не растрчивая ее, как следовало бы из второго закона термодинамики. Единственным возможным материалистическим объяснением факта сохранения организованности является непрерывное извлечение из внешнего мира потока информации о происходящих в нем явлениях и происходящих в самих системах процессах.

Кибернетика как наука об управлении имеет, очевидно, объектом своего изучения управляющие системы. Для того чтобы в системе могли протекать процессы управления, она должна обладать определенной степенью сложности и быть динамичной (изменяться). К сложным динамическим системам относятся и живые организмы (животные и растения), и социально-экономические комплексы (организованные группы людей, бригады, предприятия, государства, отрасли промышленности), и технические агрегаты (поточные линии, транспортные средства).

Однако, рассматривая сложные динамические системы, кибернетика не ставит перед собой задач всестороннего изучения их функционирования. Хотя кибернетика и изучает общие закономерности управляющих систем, их конкретные особенности находятся вне поля ее зрения.

Рассмотрение систем в движении коренным образом меняет подход к их изучению. В ряде случаев это позволяет вскрывать закономерности и факты, которые иначе бы не удалось увидеть. Например, для оценки работоспособности многих систем или выяснения возможности их длительного существования решающее значение имеет такое функциональное свойство систем, как их устойчивость. Для изучения этого свойства принципиально необходимо рассмотрение динамики процессов, происходящих в системах.

Кибернетика рассматривает не изолированные системы, а системы, взаимодействующие друг с другом. Она учитывает те многообразные связи, которые образуются между отдельными частями сложных систем и определяют их свойства, поведение, развитие, гибель и воспроизведение.

Предмет кибернетики составляют только те стороны функционирования систем, которыми определяется протекание в них процессов управления, то есть процессов сбора, обработки, хранения информации и ее использование для целей управления. Однако когда те или иные частные физико-химические процессы начинают существенно влиять на процессы управления системой, кибернетика должна включать их в сферу своего исследования, но не всестороннего, а именно с позиций их воздействия на процессы управления. Таким образом, предметом изучения кибернетики являются процессы управления в сложных динамических системах.

Одним из основных методов кибернетики является метод математического моделирования систем и процессов управления.

К основным методологическим принципам кибернетики относится применение системного и функционального подходов при описании и исследовании сложных систем. Системный подход исходя из представлений об определенной целостности системы выражается в комплексном ее изучении с позиций системного анализа, то есть анализа проблем и объектов как совокупности взаимосвязанных элементов.

Функциональный анализ имеет своей целью выявление и изучение функциональных последствий тех или иных явлений или событий для исследуемого объекта. Соответственно функциональный подход предполагает учет результатов функционального анализа при исследовании и синтезе систем управления.

Основной целью кибернетики является оптимизация систем управления.

Теоретическая кибернетика, подобно математике, является абстрактной наукой. Ее задача – разработка научного аппарата и методов исследования систем управления независимо от их конкретной природы. В теоретическую кибернетику вошли и получили дальнейшее развитие такие разделы прикладной математики, как теория информации и теория алгоритмов, теория автоматов, теория игр, исследование операций и т. д.

В зависимости от типа систем управления, которые изучаются прикладной кибернетикой, последнюю подразделяют на техническую, биологическую и социальную кибернетику.

Техническая кибернетика – наука об управлении техническими системами. Важнейшие направления исследований в этом разделе – разработка и создание автоматизированных систем управления, автоматических устройств для передачи, переработки и хранения информации. Понятие «информация» связано со сведениями, сообщениями и их передачей. Понятие информации в кибернетике уточняется в связи с применением математических теорий информации. В отечественной и зарубежной литературе встречается достаточно много существенно отличающихся друг от друга определений понятия «информация», универсального понятия информации еще не выработано. Информация связана с управлением, она способна передаваться на расстояние, подвергаться переработке, сохраняться в течение любых промежутков

времени и изменяться во времени.

Биологическая кибернетика изучает общие законы хранения, передачи и переработки информации в биологических системах.

Она подразделяется на медицинскую кибернетику (моделирование заболеваний, использование этих моделей для диагностики, прогнозирования и лечения); физиологическую кибернетику (изучает и моделирует функции клеток и органов в норме и патологии); нейрокибернетику (моделирует процессы переработки информации в нервной системе); психологическую кибернетику (моделирует психику на основе изучения поведения животных).

Промежуточным звеном между биологической и технической кибернетикой является бионика – наука об использовании моделей биологических процессов и механизмов в качестве прототипов для совершенствования существующих и создания новых технических устройств.

Социальная кибернетика – наука, в которой используются методы и средства кибернетики в целях исследования и организации процессов управления в социальных системах.

Кибернетический подход отличается относительностью точки зрения на систему. Эта относительность проявляется в том, что одна и та же совокупность элементов в одном случае может рассматриваться как самостоятельная система, а в другом – как часть некоторой большой системы, в которую она входит в качестве составляющей. Свойства и особенности любых объектов не могут быть правильно оценены и учтены без рассмотрения многообразных связей и взаимодействий между отдельными объектами и окружающей их средой. Понятно, что невозможно учесть все бесчисленное множество факторов, прямо или косвенно влияющих на поведение рассматриваемой системы. Поэтому приходится считаться с наличием случайных факторов. Для их учета в кибернетике используются статистические методы, благодаря которым возможно, правда лишь в вероятностном аспекте, предсказывать поведение достаточно сложных систем.

Для систем любой природы понятие «управление» можно определить следующим образом: управление – это воздействие на объект, выбранное на основании имеющейся для этого информации из множества возможных воздействий, улучшающее его функционирование или развитие. У управляемых систем всегда существует некоторое множество возможных изменений, из которого производится выбор предпочтительного изменения. Управление невозможно, если существование системы не предполагает выбора. Управление вызывает в системе изменения или переводит ее из одного состояния в другое в соответствии с объективно существующей или выбранной целью. Управлять означает предвидеть те изменения, которые произойдут в системе после подачи управляющего воздействия (сигнала, несущего информацию). Свойством управляемости может обладать не любая система. Необходимым условием наличия в системе хотя бы потенциальных возможностей управления является ее

организованность. Воздействие на поведение управляемой системы – объекта управления может достигаться, например, и путем изменения ее параметров. Возможности управления тем шире, а управление – тем эффективнее, чем шире диапазон значений, которые могут принимать управляющие воздействия в процессе управления. Однако в реальных системах диапазон изменения любого управляющего воздействия всегда ограничен.

Одной из основных особенностей управляемой системы является ее особенность изменять свое движение, переходить в другие состояния под влиянием управляющих воздействий. Так, например, автомобиль может занимать различные положения в пространстве, может двигаться в различных направлениях и с различной скоростью в зависимости от того, как им управляют.

Поведение любой управляемой системы всегда изучается с учетом ее связей с окружающей средой. Поскольку все объекты, явления и процессы взаимосвязаны и влияют друг на друга, то, выделяя какой-либо объект, необходимо учитывать влияние среды на этот объект и наоборот. Между воздействием внешней среды и реакцией системы устанавливается связь, в этом случае говорят, что имеет место обратная связь. Принцип обратной связи характеризует информационную и пространственно-временную зависимость в кибернетической системе. Если поведение системы усиливает внешнее воздействие, то мы имеем дело с положительной обратной связью, а если уменьшает, то – с отрицательной обратной связью.

Чтобы управление могло осуществляться, оно должно содержать четыре необходимых элемента:

- каналы сбора информации о состоянии среды и объекта;
- канал воздействия на объект;
- сформулированную цель управления [\[47\]](#);
- способы (алгоритм, правило) управления.

Функции управления иногда выполняются органами, предназначенными для других целей, условно говоря «по совместительству», но, как правило, этот управляющий элемент реализуется органами, предназначенными специально для управления. В этом случае управляемая система может быть схематически изображена в виде совокупности двух частей: управляющей (А) и управляемой (В), взаимодействующих между собой. Такого рода простейшие управляемые системы никогда не являются изолированными. Они взаимодействуют с внешней средой, друг с другом, могут составлять более сложные управляемые системы, входя в качестве элементов в управляемые и управляющие части более сложных систем.

Любая кибернетическая система представляет собой совокупность конкретных объектов (машин, природных ресурсов, людей и т. п.) и характеризуется их свойствами,

а также связями с окружающей средой. Последние выражаются соответствующими физическими, химическими, экономическими и другими величинами (силами, потоками энергии, финансовыми потоками и т. п.).

В кибернетике отвлекаются от конкретных особенностей изучаемых систем, выделяют закономерности, общие для некоторого множества систем, и вводят понятие абстрактной кибернетической системы. Составляющие этой системы описываются в терминах не конкретных объектов, а абстрактных элементов, характеризующихся свойствами, общими для широкого класса объектов.

Связи абстрактной кибернетической системы со средой определяются в виде количественных характеристик безотносительно к качественной природе конкретных связей. Переход от рассмотрения конкретных систем к абстрактной кибернетической системе носит такой же характер, как переход от действий над конкретными числами в арифметике к действиям с абстрактными числами в алгебре. Применимость понятия «кибернетическая система» к конкретной системе зависит не только от нее самой, но также и от целей исследования системы. Так, например, самолет может изучаться как управляемая, а следовательно, кибернетическая система в процессе создания автопилота или при решении задачи выбора наивыгоднейшей программы полета. Однако при решении других задач этот же самолет может изучаться как тело, испытывающее сопротивление обтекающего его воздушного потока, или как конструкция, у которой одни части колеблются относительно других.

Таким образом, термин «кибернетическая система» характеризует не столько определенный класс систем, сколько общность подхода к их рассмотрению, причем этот подход основан на изучении свойств и особенностей системы как управляемой.

Свойством управляемости, очевидно, может обладать не любая система. Необходимым условием наличия в системе хотя бы потенциальных возможностей к управлению является ее организованность. Понятно, что не все организованные системы являются кибернетическими, хотя все кибернетические системы обладают определенной организованностью.

Значение кибернетики определяется тем, что она установила взаимосвязь и взаимозависимость между естественными, общественными и техническими науками, способствовала синтезу научных знаний, создала новые понятия, применяемые наукой к широкому кругу явлений (понятия «информация», «управление», «обратная связь», «система», «модель», «алгоритм» и др. обрели общенаучный статус). Кибернетика вооружила человека универсальными преобразователями информации (электронно-вычислительными системами), которые применяются для преобразования информации во всех областях своей деятельности (в политике, науке, производственной сфере и др.).

В конце XX в. особое значение приобрела научная разработка проблем возникновения новизны, на страницах научных журналов в 70-х гг. XX в. началось обсуждение терминов «самоорганизация», «упорядоченность», «самосборка». В это время возникла область исследований, объединившая различные науки ради исследования процессов

самоорганизации.

Для того чтобы понять сущность самоорганизующихся систем, необходимо вспомнить, что наука изначально рассматривала закрытые системы, которые не обмениваются со средой веществом, энергией и информацией. Поведение таких систем рассматривалось в рамках классической термодинамики, которая призвана была исследовать физические процессы при различных преобразованиях тепловой энергии. Термодинамика возникла из обобщения многочисленных фактов, описывающих явления передачи, распространения и превращения тепла. Самым очевидным является тот факт, что распространение тепла представляет собой необратимый процесс.

Классическая термодинамика оперировала понятием замкнутых, закрытых, изолированных, обратимых во времени систем. Такое понимание предмета познания является абстракцией. Лишь некоторые из систем во Вселенной могут трактоваться как замкнутые системы. Однако именно для такого рода абстракций сформулированы первое и второе начала термодинамики. Путем точных экспериментов было доказано, что тепловая энергия превращается в механическую энергию в строго определенных количествах. Существование такого механического эквивалента для теплоты свидетельствовало о ее сохранении. Все эти многочисленные факты и нашли свое обобщение и теоретическое объяснение в законах классической термодинамики: если к системе подводится тепло Q и над ней производится работа W , то энергия системы возрастает до величины U : $U = Q + W$. Эту энергию называют внутренней энергией системы. Тепло, полученное системой, не исчезает, а затрачивается на увеличение внутренней энергии и производство работы. Процесс, единственным результатом которого было бы изъятие тепла из резервуара, невозможен. Второй закон, или начало термодинамики, можно сформулировать проще, как впервые это сделал французский ученый Сади Карно (1796–1832): невозможно осуществить процесс, единственным результатом которого было бы превращение тепла в работу при постоянной температуре. Самая простая формулировка этого закона: тепло не может перетечь самопроизвольно от холодного тела к горячему.

В дальнейшем немецкий физик Рудольф Клаузиус (1822–1888) использовал для формулировки второго закона термодинамики понятие энтропии, которое впоследствии австрийский физик Людвиг Больцман (1844–1906) интерпретировал в терминах изменения порядка в системе. Энтропия – ключевое понятие классической термодинамики – мера беспорядка системы. Физический смысл возрастания энтропии сводится к тому, что состоящая из некоторого множества частиц изолированная (с постоянной энергией) система стремится перейти в состояние с наименьшей упорядоченностью движения частиц. Процессы в закрытой системе сопровождаются ростом энтропии, приближая систему к состоянию равновесия, в котором энтропия максимальна. Это есть наиболее простое состояние системы, или термодинамическое равновесие, при котором движение частиц хаотично. Максимальная энтропия означает полное термодинамическое равновесие, что эквивалентно хаосу.

Использование второго начала термодинамики имеет в естествознании глубокий

смысл, с его помощью описывается широкий круг явлений. Если холодное тело вступает в контакт с горячим, обмен теплотой происходит так, что в конце концов температуры обоих тел выравниваются. Если из сосуда, часть которого наполнена газом, убрать перегородку, весь сосуд наполнится газом. Противоположный процесс не происходит: газ сам по себе не концентрируется в половине объема сосуда. В этих и других случаях системы эволюционируют к единственному конечному состоянию – тепловому равновесию. Первоначальные структуры исчезают, заменяясь однородными системами. Именно такие явления описывает классическая термодинамика.

Если же распространить выводы равновесной термодинамики на Вселенную, то неминуемо придется допустить ее «тепловую смерть» или, по крайней мере, возможность неограниченного возрастания в ней энтропии (беспорядка, хаоса и дезорганизации). Основное содержание концепции «тепловой смерти Вселенной» связано с утверждением того, что со временем Вселенная придет в состояние теплового равновесия (все виды энергии перейдут в тепловую, а последняя в силу выравнивания температур потеряет способность превращаться в другие формы энергии). Ход событий во Вселенной невозможно повернуть вспять, и энтропия не может уменьшиться. Способность Вселенной поддерживать организованные структуры со временем будет ослабевать, и Вселенную ждет однородное будущее. Наступление состояния теплового равновесия будет означать «тепловую» смерть Вселенной. В основании этой теории лежит экстраполяция второго начала термодинамики или закона возрастания энтропии на всю Вселенную.

В настоящее время концепция «тепловой смерти» подвергается естественно-научной критике. Критика опирается на неправомерность перенесения второго начала термодинамики с конечных замкнутых систем на бесконечную Вселенную. Второе начало термодинамики было сформулировано для замкнутых изолированных систем, состоящих из конечного числа частиц. Вселенная не является изолированной системой и состоит из бесконечного числа частиц, в такой системе все состояния равновероятны. Критики призывают учитывать действие во Вселенной гравитационных полей. Система достигает состояния термодинамического равновесия, только если она находится в стационарных (независящих от времени) условиях. Гравитационные поля зависят от координат и времени. И поскольку они выступают внешними нестационарными условиями протекания во Вселенной термодинамических процессов, возрастание энтропии во Вселенной не ведет к «тепловой смерти». При критике теории «тепловой смерти» надо учесть, что эта теория носит мировоззренческий характер, что предполагает ряд производных допущений о структуре Вселенной. Не следует отождествлять теорию «тепловой смерти» с законом возрастания энтропии. Естественнонаучная картина направлена не против второго начала термодинамики (закон возрастания энтропии хорошо обоснован), а против правомерности его экстраполяции на всю Вселенную в концепции «тепловой смерти» Вселенной.

По мере развития естествознания были выявлены противоречия между некоторыми природными явлениями и выводами, сделанными в рамках классической термодинамики. Анализ самопроизвольных процессов позволил разделить

самоорганизованные системы на консервативные и диссипативные. Консервативная самоорганизация является результатом эволюции закрытых систем (обменивающихся с окружающей средой энергией, но не веществом) в направлении уменьшения температуры и приближения системы к состоянию равновесия. Подавляющее большинство реальных систем открытые. Это значит, что они обмениваются энергией, веществом и информацией с окружающей средой. В открытых системах также производится энтропия, поскольку в них происходят необратимые процессы, но энтропия в этих системах не накапливается, как в закрытых системах, а выводится в окружающую среду. Поскольку энтропия характеризует степень беспорядка в системе, можно сказать, что открытые системы живут за счет заимствования порядка из внешней среды. К такого рода системам относятся биологические и социальные системы, которые больше всего интересуют человека.

В конце XX в. возникла точка научного интереса – открыть универсальный механизм, при помощи которого протекает самоорганизация (работа против термодинамического равновесия) в живой и неживой природе. Возникла новая область естествознания – синергетика – наука, целью которой является выявление, исследование общих закономерностей в процессах образования, устойчивости и разрушения упорядоченных временных и пространственных структур в сложных неравноценных системах различной природы (физических, химических, биологических, экологических и др.). Термин в переводе с греческого буквально означает «совместное действие» или «взаимодействие». Основы синергетики были заложены немецким ученым Г. Хакеном (автором книги «Синергетика» (М., 1980)), работами бельгийского ученого И. Пригожина и его группы. Работы И. Пригожина по теории необратимых процессов в открытых неравновесных системах были удостоены Нобелевской премии (1977).

Синергетика являет собой новый этап изучения сложных систем, продолжающий и дополняющий кибернетику. Если кибернетика занимается проблемой поддержания устойчивости путем использования отрицательной обратной связи, то синергетика фиксирует свое внимание на неравновесности, нестабильности как естественном состоянии открытых нелинейных систем, на множественности и неоднозначности путей их эволюции.

Основной вопрос синергетики – существуют ли общие закономерности, управляющие возникновением самоорганизующихся систем, их структур и функций. Под самоорганизацией понимается спонтанный переход открытой неравновесной системы от менее сложных и упорядоченных форм организации к более сложным и упорядоченным. В этом случае движущей силой организации является стремление к увеличению беспорядка, или энтропии системы.

Объектом синергетики могут быть не любые системы, а только открытые. Открытые системы – это такие системы, которые поддерживаются в определенном состоянии за счет непрерывного притока извне вещества, энергии или информации. Постоянный приток вещества, энергии или информации является необходимым условием существования неравновесных состояний в противоположность замкнутым системам,

неизбежно стремящимся (в соответствии со вторым началом термодинамики) к однородному равновесному состоянию. Открытые системы – это системы необратимые; в них важным оказывается фактор времени.

Но если большинство систем Вселенной носит открытый характер, то это значит, что во Вселенной доминирует не стабильность и равновесие, а неустойчивость и неравновесность. В открытых системах ключевую роль – наряду с закономерным и необходимым – могут играть случайные факторы, флуктуационные процессы. Флуктуации – случайные отклонения физических величин от средних значений. Иногда флуктуация может стать настолько сильной, что существовавшая организация разрушается.

Неравновесность, в свою очередь, порождает избирательность системы, ее необычные реакции на внешние воздействия среды. Неравновесные системы имеют способность воспринимать различия во внешней среде и «учитывать» их в своем функционировании. Так, некоторые более слабые воздействия могут оказывать большее влияние на эволюцию системы, чем воздействия, хотя и более сильные, но неадекватные собственным тенденциям системы. Иначе говоря, на нелинейные системы не распространяется принцип суперпозиции: здесь возможны ситуации, когда совместные действия причин А и В вызывают эффекты, которые не имеют ничего общего с результатами воздействия А и В по отдельности.

Процессы, происходящие в нелинейных системах, часто носят пороговый характер – при плавном изменении внешних условий поведение системы изменяется скачком. Другими словами, в состояниях, далеких от равновесия, очень слабые возмущения могут усиливаться до гигантских волн, разрушающих сложившуюся структуру и способствующих ее радикальному качественному изменению.

Нелинейные системы, являясь неравновесными и открытыми, сами создают и поддерживают неоднородности в среде. В таких условиях между системой и средой могут иногда создаваться отношения обратной положительной связи, то есть система влияет на свою среду таким образом, что в среде вырабатываются некоторые условия, которые в свою очередь обуславливают изменения в самой этой системе. Например, в ходе химической реакции или какого-то другого процесса вырабатывается фермент, присутствие которого стимулирует производство его самого. Последствия такого рода взаимодействия открытой системы и ее среды могут быть самыми неожиданными и необычными.

Взаимодействуя со средой, открытая система заимствует извне либо новое вещество или энергию и одновременно нуждается в том, чтобы выводить в среду использованное вещество и отработанную энергию. Энергия рассеивается в окружающей среде, и взамен ее из среды извлекается энергия, способная производить полезную работу. Материальные структуры, способные рассеивать энергию, называются диссипативными. Диссипативность – особое динамическое состояние, которое можно определить как качественно своеобразное макроскопическое проявление процессов, протекающих на микроуровне. Неравновесное протекание множества микропроцессов

приобретает некоторую интегративную результирующую функцию на макроуровне, которая качественно отличается от того, что происходит с каждым отдельным ее микроэлементом. Между элементами системы возникают новые связи, которые приводят к кооперативным процессам, к коллективному поведению ее элементов. Благодаря диссипативности в неравновесных системах могут спонтанно возникать новые типы структур, совершаться переходы от хаоса и беспорядка к порядку и организации, возникать новые динамические состояния материи.

Диссипативность проявляется в различных формах: в способности «забывать» детали некоторых внешних воздействий, в «естественном отборе» среди множества микропроцессов, разрушающих то, что не отвечает общей тенденции развития; в когерентности (согласованности) микропроцессов, устанавливающих их некий общий темп развития. Для поддержания диссипативных структур требуется больше энергии, чем для поддержания более простых, на смену которым они приходят.

Главная идея синергетики – это идея о принципиальной возможности спонтанного возникновения порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации. Синергетика утверждает, что развитие открытых и сильнонеравновесных систем протекает путем нарастающей сложности и упорядоченности. В цикле развития такой системы наблюдаются две фазы. Сначала период плавного эволюционного развития, с хорошо предсказуемыми линейными изменениями, подводящими в итоге систему к некоторому неустойчивому критическому состоянию. Точка бифуркации – такое состояние системы, после которого возможны несколько сценариев ее развития. Достигшая критических параметров (точка бифуркации) система из состояния сильной неустойчивости как бы «сваливается» в одно из возможных, новых для нее устойчивых состояний. Какие возможные состояния? Аттрактор – состояние системы, которое как бы притягивает к себе множество вариантов развития. В точке бифуркации эволюционный путь системы, можно сказать, разветвляется, и какая именно ветвь развития будет выбрана, решает случай. Выход из критического состояния происходит одномоментно, скачком, и наблюдается переход в новое устойчивое состояние с большей степенью сложности и упорядоченности. Важная особенность второй фазы заключается в том, что переход системы в новое устойчивое состояние неоднозначен. В точке бифуркации флуктуация достигает такой силы, что организация системы не выдерживает и разрушается, и принципиально невозможно предсказать, станет ли состояние системы хаотичным или она перейдет на новый, более дифференцированный и высокий уровень упорядоченности. В точке бифуркации система может начать развитие в новом направлении, изменить свое поведение.

Но после того как «выбор сделан» и система перешла в качественно новое устойчивое состояние, назад возврата нет. Этот процесс необратим. А отсюда следует, что развитие таких систем имеет принципиально непредсказуемый характер. Можно просчитать варианты возможных путей эволюции системы, но какой именно будет выбран – однозначно спрогнозировать нельзя. Система самоорганизуется не гладко и просто. Самоорганизация переживает переломные моменты – точки бифуркации. Вблизи точек

бифуркации в системах наблюдаются значительные флуктуации, роль случайных факторов резко возрастает.

В переломный момент самоорганизации принципиально неизвестно, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более высокий уровень упорядоченности и организации. В точке бифуркации система как бы «колеблется» перед выбором того или иного пути организации, пути развития. В таком состоянии небольшая флуктуация (момент случайности) может послужить началом эволюции (организации) системы в некотором определенном (и часто неожиданном или просто маловероятном) направлении, одновременно отсекая при этом возможности развития в других направлениях.

Приведем примеры синергетических объяснений процесса движения от хаоса к порядку, процесса самоорганизации, возникновения нового. Самый популярный и наглядный пример образования структур нарастающей сложности – хорошо изученное в гидродинамике явление, названное ячейками Бенара. Пусть жидкость находится в сосуде круглой или прямоугольной формы. Слой жидкости подогревают снизу, а сверху температура поддерживается постоянной. Между нижним и верхним ее слоями возникает некоторая разность (градиент) температур. Если разность температур мала (градиент мал), то перенос тепла происходит благодаря теплопроводности на микроскопическом уровне и никакого макроскопического движения не происходит – жидкость остается в покое. Однако при достижении градиентом некоторого критического значения в жидкости внезапно (скачком) возникает макроскопическое движение. Так нагретые области жидкости расширяются, они имеют более низкую плотность, они всплывают вверх, охлаждаются и снова опускаются на дно. Это движение происходит упорядоченно. То есть из однородного состояния возникает упорядоченная пространственная структура. Образуются четко выраженные структуры в виде цилиндрических ячеек. Сверху такая макроупорядоченность выглядит как устойчивая ячеистая структура, похожая на пчелиные соты. Это хорошо знакомое всем явление с позиций образования ячеек Бенара, когда миллиарды молекул жидкости как по команде начинают вести себя скоординированно, согласованно, хотя до этого пребывали в хаотическом движении. Создается впечатление, будто каждая молекула «знает», что делают все остальные, и желает двигаться в общем строю. Слово «синергетика», напомню, как раз и означает «совместное действие». Классические статистические законы здесь явно не работают, это явление иного порядка. Ведь если бы, даже случайно, такая «правильная» и устойчиво «кооперативная» структура образовалась, что почти невероятно, она бы тут же и распалась. Но она не распадается при соответствующих условиях (приток энергии извне), а, наоборот, устойчиво сохраняется. Значит, возникновение структур нарастающей сложности – не случайность, а закономерность.

Еще одним примером служит оптический лазерный генератор. Он представляет собой твердый стержень, в который внедрены атомы определенного типа – активная среда, на торцах стержня установлены зеркала. Каждый атом может возбуждаться извне,

например с помощью света. После этого атом действует как микроскопическая антенна, испуская цуг световых волн длиной около 3 м. Процесс излучения длится обычно 10^{-8} с. Зеркала служат для селекции таких цугов: бегущие в аксиальном направлении цуги отражаются несколько раз от зеркал и остаются в лазере более продолжительное время, остальные быстро покидают объем. С увеличением входной мощности – накачка лазера – происходит следующее. При малых мощностях накачки лазер работает как лампа: атомные антенны излучают световые цуги независимо друг от друга, хаотично. При мощности накачки, равной пороговому значению, имеет место совершенно иное явление. Атомные антенны осциллируют в фазе, испуская один гигантский цуг. При дальнейшем увеличении накачки интенсивность излученного света (то есть выходная мощность) резко возрастает. При этом макроскопические свойства лазера коренным образом меняются.

Так называемые химические часы (реакция Белоусова – Жаботинского) – еще один пример синергетических объяснений. Исходная реакция была предложена в 1958 г. Суть реакции – окисление малоновой кислоты (изначально лимонной) броматом калия в кислой среде при наличии ионов церия в качестве катализатора. При определенных концентрациях реагентов раствор начинал периодически менять свою окраску: желтый цвет (красный) – ему способствовал избыток ионов Ce^{3+} – менялся на бледно-желтый (голубой) – избыток ионов Ce^{4+} . Тем самым в системе возникала упорядоченность во времени, или временная структура. Внешне самоорганизация проявляется здесь в возникновении в жидкой среде концентрических волн или в периодическом изменении цвета раствора, например, с синего на красный и обратно («химические часы»). Поскольку реакция идет в замкнутой системе, она в конце концов приходит в однородное равновесное состояние. При регулярном подводе веществ (при условии открытости системы) колебания могут продолжаться сколь угодно долго. В ходе модификации реакции было получено множество всевозможных структур.

Поиск аналогичных процессов самоорганизации в других классах открытых неравновесных систем вроде бы обещает быть успешным: рост кристаллов; формирование живого организма; образование форм растений и животных; динамика популяций; пространственно-временные структуры в электрической активности сердца и мозга; автомобильные пробки; рыночная экономика; формирование культурных традиций и общественного мнения; демографические процессы, наконец, в которых хаотичные действия миллионов свободных индивидов приводят к образованию устойчивых и сложных макроструктур. Все это примеры самоорганизации систем самой разной природы.

Возможно выделить общие условия протекания процессов самоорганизации в системах:

- Система должна быть открытой (обмениваться с окружающей средой веществом, энергией и информацией).
- Система должна быть существенно неравновесной (находиться в состоянии,

далеком от термодинамического равновесия). Если система находится в точке равновесия, то она обладает максимальной энтропией, достигается максимум ее дезорганизации. Если система расположена вблизи или недалеко от точки равновесия, то со временем она придет в состояние полной дезорганизации.

- Фундаментальным условием самоорганизации служит возникновение и усиление порядка через флуктуации (случайные отклонения системы от некоторого среднего положения). В открытых системах флуктуации со временем возрастают, «расшатывают» прежний порядок, что в итоге приводит к возникновению нового порядка. Флуктуации носят случайный характер, поэтому появление нового в мире всегда связано с действием случайных факторов.

- Для понимания самоорганизации важен принцип положительной обратной связи, согласно которому изменения, появляющиеся в системе, не устраняются, а, напротив, накапливаются и усиливаются, что и приводит к возникновению нового порядка и структуры.

- Процессы самоорганизации требуют отказаться от симметрии времени, характерной для обратимых процессов в механике. Процессы самоорганизации, связанные с необратимыми изменениями, приводят к разрушению старых и возникновению новых структур.

- Самоорганизация характерна только для систем, обладающих достаточным количеством взаимодействующих между собой элементов и имеющих некоторые критические размеры. Без этого эффекты от синергетического взаимодействия не приведут к кооперативному поведению элементов системы и тем самым возникновению самоорганизации.

Выше перечислены необходимые, но недостаточные условия для возникновения самоорганизации в различных системах природы. Чем сложнее развивающаяся система, тем более сложными и многочисленными оказываются факторы, которые играют роль в самоорганизации.

Синергетическая интерпретация сложных явлений открывает новые возможности и направления их изучения. В обобщенном виде новизну синергетического подхода можно выразить следующими позициями. Хаос не только разрушителен, но и созидателен, конструктивен; развитие осуществляется через неустойчивость (хаотичность). Линейный характер эволюции, к которому привыкла классическая наука, не правило, а скорее исключение; развитие большинства систем носит нелинейный характер. Нелинейность в термодинамике и теории самоорганизации означает, что для описания открытых систем и процессов самоорганизации используются нелинейные математические уравнения, в которые входят переменные в степени выше первой (линейной). Линейные уравнения применяются в современной физике, но они неадекватны для описания открытых систем, а также в случаях, когда оцениваются интенсивные воздействия на системы.

Развитие осуществляется через случайный выбор одной из нескольких разрешенных возможностей дальнейшей эволюции в точке бифуркации. Следовательно, случайность – не досадное недоразумение; она встроена в механизм эволюции. А нынешний путь эволюции системы, возможно, не лучше, чем те, которые были отвергнуты случайным выбором.

Синергетика дает обобщенное понимание единства неорганического и органического мира, понимание того, что чередование хаоса и порядка является универсальным принципом мироустройства. «Всё наблюдаемое нами, всё, в чем сегодня участвуем – это лишь фрагменты единого синергетического процесса...» [\[48\]](#)

Синергетические понятия применимы к любым развивающимся системам. Они становятся инструментами современных социальных наук, которые, заимствуя идеи синергетики, обращают внимание на неравновесные состояния, на переходы от порядка к хаосу, на рождение нового порядка. В развитии общества нередко возникают неустойчивые состояния – точки бифуркации. Синергетика выявляет общие идеи, методы и закономерности процессов самоорганизации в самых различных областях естественно-научного, технического и социально-гуманитарного знания.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем специфика системного подхода в современной науке? Каковы его основные признаки?
2. А. Эйнштейн на вопрос журналиста: что такое теория относительности? – ответил: «Два часа, проведенные в обществе любимой девушки, покажутся вам минутой. Напротив, если вам придется минуту посидеть на раскаленной до красна печке, то эта минута покажется вам двумя часами. Вот это и есть относительность». Попробуйте теперь вы объяснить, что такое теория относительности?
3. Что является предметом исследования кибернетики и синергетики? Каким условиям, должен удовлетворять объект синергетики?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Выберите высказывание, отражающее позицию современной науки: А) пространство и время существуют до материальных процессов; Б) пространство и время неразрывно связаны с материальными процессами; В) пространство и время – порождения человеческого разума; Г) пространство и время не зависят от материальных процессов.
2. Какой из факторов внешней среды большинство живых организмов использует для синхронизации биологических ритмов: А) температуру; Б) продолжительность дня; В) влажность; Г) концентрацию углекислого газа.

3. Концепция витализма: А) изучает структурные уровни организации живых систем; Б) занимается обобщением и систематизацией знаний об отдельных видах животных; В) стремится свести жизнедеятельность к совокупности химических реакций; Г) объясняет специфику живого наличием особой «жизненной силы».

4. Низший из уровней биологической организации: А) популяционный; Б) уровень органоидов; В) клеточный; Г) тканевый; Д) организменный.

5. После прохождения точки бифуркации система: А) возвращается в исходное состояние; Б) случайно выбирает путь нового развития; В) прекращает обмен с окружающей средой веществом, энергией и информацией; Г) прекращает взаимодействие с другими системами.

6. Синергетика объясняет процесс самоорганизации систем: А) в соответствии со вторым законом термодинамики; Б) только для систем с максимальной энтропией; В) только для открытых систем, находящихся далеко от термодинамического равновесия; Г) только для систем, имеющих малое количество взаимодействующих элементов.

7. Энтропия – это: А) мера беспорядка системы; Б) процесс биологического катализа; В) система наук об обществе; Г) понятие, описывающее нелинейные уравнения.

8. Целое – сумма элементов. Это точка зрения: А) витализма; Б) механицизма; В) телеологии; Г) кибернетики.

9. Сведение познания сложных объектов к изучению элементарных форм существования материи называется: А) телеология; Б) витализм; В) механицизм; Г) редукционизм.

10. Свойство биологических ритмов меняться, эволюционировать – это свойство: А) стабильности; Б) лабильности; В) тактильности; Г) subtilности.

ГЛАВА 7.

Концепция эволюционизма в современной науке

Концепция эволюции занимает особое место в ряду научных концепций. В XX в. она стала не только фундаментом для биологии как одной из основных естественно-научных дисциплин, ныне она рассматривается и как фундамент представлений о Вселенной в целом. Эволюционную теорию не следует трактовать как единое описание однозначного пути развития, который в деталях познан наукой, скорее эволюционизм в современной науке представляет собой спектр в различной степени обоснованных концепций.

Эволюция подразумевает всеобщее постепенное развитие, упорядоченное и последовательное. Применительно к живым организмам эволюцию можно определить как «развитие сложных организмов из предсуществующих более простых организмов с течением времени». Термин «эволюция» может означать как сам этот процесс, так и его результат.

Понимание данной концепции часто вызывает трудности, связанные с тем, что в обыденной жизни не слишком часто возникает желание рассуждать о развитии жизни и Вселенной в целом. Дело в том, что осознание невероятных космических масштабов эволюции приводит к мысли об относительной ценности собственной личности на фоне истории, к ощущению трагичности и кажущейся бессмысленности индивидуального бытия. В противовес такому восприятию действительности Станислав Лем в романе «Солярис» писал о возникновении у человека, вышедшего за пределы земной биосферы, чувства единения с прошлым и будущим, со всем сущим во всех областях пространства и времени. Хотелось бы подчеркнуть существующую связь между отношением человека к пониманию своего места в мире, к собственной индивидуальности и представления об эволюции. Мироощущение человека, воспринимающего собственную жизнь как ограниченный во времени кадр единого общемирового эволюционного процесса, будет отлично от мировоззрения человека, мир которого ограничен главным образом сиюминутными потребностями. Изучая эволюцию Вселенной и биосферы, человечество не просто познает этапы изменения неживого и живого, а стремится заглянуть в будущее. При этом с неизбежностью возникают ответы на вечные вопросы: что я есть? Что такое жизнь? И что будет с человечеством? Эти вопросы выходят за пределы ограниченного во времени чисто практического интереса, например, Цицерон указывал, что природа, заставив все другие существа наклоняться к земле, чтобы принимать пищу, одного только человека подняла и побудила смотреть на небо.

Вопрос о путях и причинах разнообразия форм живой природы в различной формулировке вставал с глубокой древности (Эмпедокл, Тит Лукреций Кар). Для возникновения мыслей о том, как происходит постепенное развитие одной структуры в другую, достаточно было наблюдений за стадиями развития зародыша, за развитием растений, а также осмысления успехов в деятельности человека по выведению пород домашних животных и сортов растений.

Однако только ко второй половине XVIII в. сложились объективные предпосылки для появления научно обоснованных эволюционистских взглядов. Географические открытия и связанные с ними описания множества новых видов потребовали объяснения сходных черт в строении организмов, разобобщенных как географически, так и своим образом жизни. В исследованиях по сравнительной анатомии было установлено единство плана строения многих ранее известных групп организмов (например, различных классов позвоночных). Промышленный переворот и обусловленное им развитие горного дела во много раз увеличили число находок ископаемых останков, что вызвало появление особой биологической дисциплины – палеонтологии. Стало очевидно, что для огромного количества видов, известных только в ископаемом состоянии, в современных условиях на Земле просто нет подходящих сред обитания. Наконец, общий прогресс естественных наук, в частности, физики и астрономии, обусловил появление научно обоснованных теорий происхождения Земли и Солнечной системы, неизмеримо более древних, чем это считалось до тех пор, и прошедших длительную геологическую эволюцию, которая сопровождалась многократной сменой условий среды.

Идея о сотворении живой природы в XVIII в. получила развитие в трех направлениях:

- Признание неизменности видов. К. Линней: «Видов столько, сколько различных форм было создано вначале». Считалось, что гибриды не самостоятельные формы, поскольку они не дают потомства. Этот аргумент использовался для доказательства чистоты видов, которые были созданы Богом: природа не допускает, чтобы было больше видов, чем существовало изначально. Возникающие изменения видов под влиянием условий среды и гибридизации рассматривались как случайные события – разновидности, не меняющие специфику самого вида.
- Трактовка явления органической целесообразности как изначального свойства природы и результата творения.
- Признание преформизма – представления об индивидуальном развитии как разворачивании, росте готовых, преобразованных частей зародыша (маленьких, готовых копий будущего взрослого организма). Преформизм приобрел в биологии статус общей концепции. Преформизм позволял описать внешние формы процессов развития. В его рамках значимость получили такие действительные моменты развития, как единство и непрерывность, протекание в интервалах определенного времени и пространства, постепенность на отдельных участках. Но понять истинный смысл этих моментов изнутри преформизма нельзя, главный теоретический недостаток преформизма состоит в том, что в наблюдаемых явлениях отрицается момент качественных изменений.

Начавшееся в Новое время бурное развитие естественных наук в полной мере коснулось и биологии. Установление новых фактов необходимо было дополнить классификацией. Основу классификации составляет сравнение – нахождение общего в исследуемых объектах, найденный признак используется для приведения объектов в необходимую связь. Классификация потребовала разработки специальных методов, учитывающих природу классифицируемых объектов. В поисках принципов

классификации живых объектов естествоиспытатели должны были учесть и естественное единство живых организмов, и значительное их разнообразие. В биологии начала формироваться точка теоретического интереса – каков действительный механизм развития живой природы? Требовалось такое понимание развития, которое бы учитывало, что в реальном процессе развития имеет место не развертывание чего-то неизменяющегося, наперед данного, а возникновение нового, в результате чего возникает ряд новообразований.

Обратите внимание, эволюционизм обычно определяют как учение о развитии высших форм организации материи из ее низших форм естественным путем, без вмешательства потусторонних сил. Но следует обратить внимание на исторический контекст возникновения эволюционизма как учения. Латинское *evolutio* буквально означает не развитие вообще, а развертывание. Эволюционизм в начале своего формирования как учения в науке Нового времени был связан первоначально с трактовкой развертывания уже возникших объектов. Естествознание данной эпохи изучало не все развитие, а развитие данного объекта, за исключением моментов возникновения и исчезновения. Эволюционизм на этом этапе не включал вопрос о возникновении жизни вообще, о возникновении Вселенной и проч. Ч. Дарвин считал, что рассуждать о возникновении жизни так же нелепо, как и о возникновении материи. Становление объектов впервые выступает как самостоятельный предмет естественно-научного исследования только в Новейшее время.

К концу XVIII – началу XIX в. наибольшее распространение в интеллектуальной культуре имели две концепции развития: идеалистическая концепция развития, сформировавшаяся в немецкой классической философии, и естественно-материалистическая, являющаяся результатом обобщений.

Идеалистическая концепция развития опиралась на следующий постулат: «Естественное развитие невозможно, поскольку материя полностью лишена активности». Следовательно, все права на роль движущей причины в этой концепции развития передаются идеальному, которое в этом качестве и становится объектом главного внимания. Начало концепции было заложено И. Кантом в «Метафизических началах естествознания» (1786). И. Кант предпринял попытку раскрыть характер основных понятий физики (механики) с позиции механистического взгляда на материю, представляя последнюю как абсолютно пассивную. С этих позиций оказалось трудно понять те свойства, качества природы, которые уже выявлены, показать их необходимость, раскрыть их становление. Причина трудности в том, что исходный принцип не давал возможности представить процесс как естественный. И. Кант положил начало попыткам изобразить природу как конструкцию познающего мышления. Мышление конструирует и природу, и основные ее определения. Мышление как творец природы выступило и у Фихте, и у Шеллинга. По Шеллингу, организмы связаны между собой, объясняют один другой, но не исторически, не исходя один из другого, а через некую конечную цель – мировой организм с мировой душой. По Шеллингу, нет эволюции, хотя есть развитие – животные и растения не звенья одного процесса, а разные концовки независимых развитий, устремленных к одной цели, но

добившиеся разного результата. Философия Шеллинга требовала, чтобы естествоиспытатель отказался от применения аналитического метода, так как выяснение значения основных сил, вызывающих все происходящее в природе, возможно только путем внеопытного мышления.

Разработку учения о развитии в этой традиции закончил Гегель. Он пришел к выводу, что истиной может быть та философия, которая покажет необходимость первообразов, объявленных его предшественниками в качестве начал мироздания. Решая эту проблему, Гегель приходит к тому, что понятия как основные формы бытия становятся таковыми путем собственного развития. Он формулирует и разрабатывает идею развития применительно к этому особому миру. Гегель исходит из того, что развитие протекает только в сфере субъективного, в деятельности духа, в мире материи развитие существовать не может.

Какое влияние могла оказать идеалистическая концепция развития на идею развития органического мира? Во-первых, в рамках идеалистической концепции обосновывалось положение о том, что описание, классификация, установление номенклатурных форм природы не исчерпывают задач науки. Наука призвана выявить необходимость форм жизни. Использование идеи развития требует подняться выше принципов эмпирического познания. Но эта концепция не могла стать той формой мышления, внутри и посредством которой осуществлялось бы становление идеи развития живой природы. Поскольку совершенствование естественно-научных методов не приведет к раскрытию действительного развития самой природы, так как действительность – результат деятельной, свободной и целесообразной мощи понятия. Материя не развивается, а перекомбинируется, располагается в образования, предначертанные понятием.

«Отношение немецкого идеализма к эмпирии всего лучше характеризуется его философией природы. Стоит вспомнить забытую натурфилософию Шеллинга, Гегеля и их многочисленных сподвижников, учеников и соревнователей, стоит представить себе наглядно эту философскую вальпургиеву ночь, где все силы неба и земли превратились в призраки понятий и кружились в диалектическом вихре, то созидаясь из первоначального тождества, то разрушаясь вновь и переходя друг в друга. Это были оргии априорной фантастики, каким до сих пор еще не предавался человеческий ум. Теперь нам трудно представить себе, чтобы эти гносеологические рапсодии, эти грубые сказки сказывались в нашем веке и слушались с полнотою веры, как откровение высшей мудрости. Нам ближе, нам понятнее учение несравненно более древнее, чем эти философемы, где газы разряжались в логические категории и логические категории сгущались в материальные силы и тела. И между тем эта натурфилософия, построившая вселенную *a priori* из чистых понятий, была не случайным эпизодом в истории немецкого идеализма. Недаром такое множество мыслителей отдали ей столь прискорбную дань: ведь весь цикл идей этого учения заранее определялся началами И. Канта и старой алхимической мистикой и метеорологией самородков германского умозрения – Парацельса и Якоба Беме [\[49\]](#)».

Реакция Гете, Шеллинга, Гегеля корнями уходит в романтическую реакцию на механистическую картину мира ньютонианства. Все они были противниками ньютоновского естествознания и предлагали ему альтернативу на основе принципов единства объективного и субъективного, природных стихий и познавательных способностей человека. Природа представляла в их построениях как органическая целостность, а не слепой механизм, как иерархизированная система, для описания недостаточно сведения явлений к механистическим движениям и взаимодействиям.

В идеалистической концепции развития естествознание не может образовывать понятие о сущности, оно не имеет права даже вносить в него изменения. При такой постановке вопроса о теоретическом естествознании речи идти не может, ибо у науки отнимается право добывать знание о сущности. Эта концепция не имела возможностей включить в процесс познания реального развития природы итоговые выводы естествознания.

Вторая распространенная на рубеже XVIII–XIX вв. концепция развития – материалистическая концепция. Форма ее была задана физикой Р. Декарта, включавшей в себя идеи о материалистической одинаковости мира, о единых (естественных причинах, механистических) законах мирового целого, о мире как результате осуществляющегося по единым и научным законам постоянного движения материи. Р. Декарт, сравнивая природу с часами, рассуждает так: искусный мастер может изготовить несколько часов так, что все они будут показывать одинаковое время, даже если в конструкции их колес не будет никакого сходства. Поэтому нет необходимости искать сходство в колесах часов, достаточно понять принцип их работы. Такие же рассуждения следует применять и в познании природы. Прежде наука стремилась познать природу в ее внутреннем устройстве, но, по Р. Декарту, это невозможно и не нужно. Важно только, чтобы вещи и движения сконструированного нами мира вели себя так, как ведут себя вещи в мире реальном. Иначе, чтобы часы, созданные человеком, и часы, сотворенные Богом, показывали время одинаково. «Я почти себя удовлетворенным, если объясненные мною причины таковы, что все действия, которые могут из них произойти, окажутся подобны действиям, замеченным нами в явлениях природы». Р. Декарт сделал вывод о том, что наиболее вероятным способом возникновения мира является его развитие. Чтобы проследить историю движения материи, следует опираться только на знание естественных законов, а предположение о наличии первых (целевых) причин следует из такого рассмотрения устранить.

Наметив общую форму, Декарт и его последователи стали испытывать трудности при разработке материалистической концепции развития. Это обусловлено тем, что Декарт вместе со «скрытыми качествами», «влечениями», «склонностями» исключил из своих физических взглядов саму идею активности как естественного свойства материи.

Для включения идеи активности в науку особая роль принадлежит утверждению механики И. Ньютона, ибо активность – принцип его механики, обнаруживающийся при эмпирическом изучении взаимодействия материальных сил. Эта идея у него

получает количественное выражение и становится измеримой.

Но в проблеме на первый план выдвинулся вопрос о природе активности. Естественно-научное объяснение активности дается в работах Дж. Толанда (1670–1722); Дж. Пристли (1733–1804); Ж. Бюффона (1707–1788); Д. Дидро (1713–1784); М. В. Ломоносова (1711–1765); А. Н. Радищева (1749–1802); И. Е. Дядьковского (1784–1841). Их вывод состоял в том, что активность – существенное свойство материи, без которого она не может быть мыслима, ибо лишь обладая этим свойством, материя может существовать как материальная субстанция вообще. Это способствовало тому, что идея активности в ее материалистической интерпретации вошла в число фундаментальных принципов науки. В естествознании материя, приобретшая активность, соответственно с образно-эмпирическим мышлением естествоиспытателей приобрела оболочку термина «природа».

Сначала сложилось представление о том, что природа не сразу стала такой, какой мы ее наблюдаем, представление о развитии было призвано облегчить понимание нынешнего порядка вещей. Долго научная ценность этого постулата подкреплялась указанием на правдоподобность – так лучше мыслить вещи и явления. Формирующееся естествознание активно использовало принципы универсальности, простоты и экономности процессов природы.

По трактовке они были облечены в натурфилософскую оболочку, но поскольку в них нашли отражение действительные законы, их применение было плодотворным (механика Г. Галилея, Р. Декарта, И. Ньютона).

В их число входил принцип наименьшего действия (сформулированный Мопертюи, математически истолкованный Лагранжем и Д'Аламбером; Мопертюи истолковал его как свидетельство Божественного провидения, в этой связи вообразил себя посланником Бога и потерял рассудок). Этот принцип запрещал мыслить живую природу как начинающуюся сразу с совершеннейшей формы, становление живой природы скорее следовало трактовать как идущее от наименее сложной организации к более сложной. Опыт такого примера не давал, но уже был достаточен для того, чтобы стать фактором становления представления о том, что на основе одних объектов могут возникать близкие. Возможность такого процесса в органическом мире не казалась абстрактной (для микромира она была доказана К. Вольфом, 1759), естественно-научных воззрений для рассмотрения в соответствии с этими представлениями живого в целом не было.

Однако по мере накопления фактического материала в науке зреет убеждение, что природу только так и нужно рассматривать, что она действительно развивается. Единая, одинаковая в своей субстанциональной структуре природа, действуя непрерывно и активно, в соответствии с принципами, данными ей естественными законами (причинами), медленно и постепенно порождает мир конкретного бытия. Представление о развитии как движении от простого к сложному формировалось в русле логики, математики и механики. Поскольку в этих науках различие простого и сложного можно рассматривать как чисто количественное, это заставляло видеть

процесс становления от простого к сложному в соответствии с принципами непрерывности.

Для объяснения процесса накопления новообразований оказалось очень важным осознание значения времени в качестве фактора непрерывного и постоянного изменения. В науке прекратилось использование церковной версии о времени существования природы, временные шкалы формируются на основе обдумывания новых фактов геологии и палеонтологии. М. В. Ломоносов, Ж. Бюффон, Ж.-Б. Ламарк и др. предположили, что многое в понимании природы прояснится, если события рассматривать не с точки зрения времени, известного историкам, но и геологам. Этот принцип, по словам В. И. Вернадского, позволял рассматривать не продукты, а процессы. Естественные процессы протекают во временных интервалах огромной длительности, для этих процессов характерна форма движения от простого к сложному.

То есть в естествознании в целом к концу XVIII – началу XIX в. сложилось понимание того, что условием построения научной картины мира является рассмотрение его в развитии. С самого начала своего формирования естественно-научная концепция развития заключала в себе существенное противоречие. По содержанию она выражала мысль о том, что в процессах развития имеет место закономерный процесс возникновения нового, но для воспроизведения в мышлении этой принципиально новой для данного периода науки мысли были использованы неадекватные ее содержанию термины, выражения в духе наглядности, что следует признать вполне закономерным. Это приводило к тому, что качественно новое мыслилось как складывающееся путем простого, медленного, непрерывного прибавления новых элементов к старому образованию. Суть проблемы в том, чтобы отразить в мышлении не только постепенность развития, но и разрывы постепенности. На эмпирическом уровне наука решить эту проблему не могла, так как в ее рамках разрыв постепенности ассоциировался с гибелью процесса, рассматривался как нечто противоестественное, поскольку он образно непредставим.

Противоречие между содержанием естественно-материалистической концепции развития и формой его выражения в мышлении стало особенно заметным в биологии, так как здесь момент качественного изменения как разрыва постепенности обнаруживается в наиболее яркой форме. С механико-метафизических позиций невозможно решить вопрос о возникновении нового качества, следовательно, чтобы удержаться в рамках эмпирической науки необходимо объявить жизнь вечной. В биологии этот вывод выглядел настолько ограниченным, что буквально заставлял ученых искать объяснение обратному предположению.

Итак, общую возможную схему развития живой природы нужно было проверять конкретными фактами: показать, что наблюдаемые порядки живой природы действительно являются следствием ее исторического развития. От науки требовалось найти естественный закон, регулирующий развитие органического мира. Знание о таком законе было бы принципом объяснения, путем построения теории развития живой природы.

Как реализовать эту цель? В биологии господствовал восходящий к Античности способ объяснения эмпирических фактов – любое частное явление может быть объяснено сведением его к первоначалам или законам мирового целого. При этом естествоиспытатели могли руководствоваться примерами такого способа мышления в таких теоретических разделах естествознания, как физика Р. Декарта. Напомню схему объяснения: сначала велись поиски, и открывался некий всеобщий принцип как представитель законов мирового целого, определяющий существование фактов, затем на основе принципа выстраивалась всеохватывающая гипотеза. Потом осуществлялась процедура выведения следствий из гипотезы и сопоставление их с конкретным эмпирическим материалом. Предположения о возможности постепенного изменения строения организмов и превращения одних форм в другие высказывались в трудах французского натуралиста и писателя Ж. Бюффона, английского врача и философа Эразма Дарвина (деда Чарльза Дарвина), а в России – в работах М. В. Ломоносова и А. Каверзнева. Однако первые попытки создания законченной теории исторического развития живой природы связаны прежде всего с гипотезами, сформированными на рубеже XVIII–XIX вв. По логическому принципу эти гипотезы, раскрывающие механизм развития органического мира, единообразны, их различает содержание принципов, положенных в основу. Рассмотрим наиболее интересные из них. Основная работа И. Сент-Илера – двухтомная «Философия анатомии» (1818–1822) излагает концепцию о единстве плана организации животных: природа создала все существа по единому плану, одинаковому в принципе, но бесконечно варьирующемуся в деталях. В качестве подтверждения он ссылаясь на сохранение гомологических органов у разных животных, независимо от их формы и функции. Рука человека, передние конечности копытных, крыло птиц – гомологичны. Он допускал и возможность внесения изменений в общий план строения под влиянием условий, чтобы сделать органы «способными к новым функциям». Ныне живущих животных Сент-Илер рассматривал как непосредственных потомков вымерших форм, как результат непрерывного изменения последних в ряду поколений. Под влиянием внешних обстоятельств в процессе естественного развития в общий план могут быть внесены изменения, иногда резкие, приводящие к уродствам или формированию рудиментов. Изменения во внешней среде становятся причиной и трансформации видов. Ч. Дарвин высоко оценивал стремление И. Сент-Илера усматривать в условиях существования главную причину изменения животных.

Личность Иоганна Вольфганга Гёте (1749–1832) многогранна, он высказал оригинальные идеи во многих областях: литературе, поэзии, философии, химии, математике, ботанике, зоологии. Гёте указывал, что в естествознании нельзя делать выводов, не имея доказательств: «Ни мифологии, ни легенд нельзя терпеть в науке. Предоставим их поэтам, которые призваны обрабатывать их на пользу и радость мира. Человек науки пусть ограничивается ближайшей, ясной действительностью». Он искал убедительные доказательства факта эволюции. Гёте принял участие в споре о наличии генеалогической связи человека и обезьяны, во-первых, как поэт, во-вторых, как натуралист. И. В. Гёте написал работу (анатомическую) о межчелюстной кости у человека. До него считалось, что у орангутанга по обеим сторонам носовой впадины проходит костный шов, соединяющий межчелюстную кость с челюстью, а у человека нет. Гёте доказал, что эта кость есть, но не у взрослой особи, а у человеческого

зародыша. Результаты своих анатомических исследований он свел в работу, в которой проводил мысль о том, что перед естественной историей стоит задача перейти от анатомии описательной к анатомии сравнительной. Сравнительные исследования Гёте проводил не только на человеке, животных, но и на растениях (цветы, плоды и семена – видоизменения одного органа – листа). И. В. Гёте подчеркивал возможность постепенного новообразования форм в природе: «Того, что есть, никогда не было, то, что было, никогда не вернется: все ново и в то же время старо». Он развивает трансформистские взгляды не только в отношении отдельных видов, но и органов: «Ни одна часть ничего не может приобрести без того, что другая взамен того не потеряла, и наоборот».

Французский биолог Ж.-Б. Ламарк (1744–1829) – ученый разносторонних интересов и дарований, автор мемуаров по метеорологии, флоре Франции и ботанического словаря, первый среди натуралистов и философов, кто специально, а не в связи с обсуждением других вопросов обратился к проблеме эволюции и выдвинул гипотезу о механизме эволюции. Его воззрения получили название ламаркизма, опубликованы в 1809 г. в работе под характерным для того времени названием «Философия зоологии».

По своим философским взглядам Ламарк был деистом – признавал творца как некое единое начало, первопричину материи и движения, обусловившую и развитие, и гармонию мира, существующего и развивающегося затем по своим собственным естественным законам, на основе строгих причинных связей. Эти воззрения были тесно связаны с характерными для механистического материализма представлениями о пассивности и инертности материи. Материя и движение мыслились отдельно друг от друга, и для «оживления» материи считалось необходимым привнесение в нее движения извне.

Природа выступает как посредник между творцом и физическим миром. В природе господствуют физические силы – флюиды тепла, электричества, света и магнетизма, которые, проникая в организмы, вызывают в них изменения.

Ж.-Б. Ламарк в противоположность большинству натуралистов и философов XVIII в., видевших в «лестнице природы» ряд независимых, неизменных, созданных творцом форм, видел в градации форм отражение истории жизни, отражение реального процесса развития одних форм из других на протяжении поколений. Развитие от простейших до самых совершенных организмов согласно Ламарку составляет главное содержание истории органического мира: «Природа, действующая во всем постепенно, не могла произвести всех животных за раз: она сформировала сперва самых простых, а затем постепенно – сложных». Осуществление процесса изменений преимущественно от простого к сложному Ж.-Б. Ламарк назвал правилом, или принципом градации. Реализация принципа градации, по Ламарку, становится возможной благодаря наличию у организмов внутреннего стремления к совершенствованию. Это стремление Ж.-Б. Ламарк считал первичным свойством, заложенным в организмах начиная с акта творения, который, как и современники, он объяснял деятельностью сверхъестественных сил.

Ламарк пытается построить естественную классификацию организмов с учетом их морфологических, физиологических и психических особенностей, где получил бы отражение порядок, в котором природа производила животных, как последовательный ряд градаций. В каждом индивиде заложена тенденция к осуществлению всеобщего порядка природы в виде врожденной способности к усложнению и совершенствованию организации. Он утверждал, что природа имеет цель достичь такого плана организации, который имел бы наивысшую степень совершенства. Процесс достижения высшего совершенства может нарушаться при влиянии на организмы различных внешних условий, или, как говорил Ламарк, «обстоятельств». Таким образом, причиной процесса градации – процесса развития от низших форм к высшим, по Ж.-Б. Ламарку, является присущее живой природе постоянное стремление к усложнению и совершенствованию организации, стремление к прогрессу [50].

Пока среда («обстоятельства») постоянна, виды не меняются, при изменении среды происходит изменение видов. Признаки особей Ламарк делит на основные (пищеварение, дыхание, движение, размножение, разум) и второстепенные (разные приспособления конечностей, органов осязания, хватания, нападения, сигнализации и речь). Первые постоянны, вторые меняются под действием условий среды. Причем изменение организма в ответ на условия среды не случайное, а всегда приспособительное. По его мнению, все животные, кроме низших, обладают внутренним чувством, которое заставляет их действовать так, чтобы тотчас удовлетворять возникающую потребность. Низшие живые виды изменяются под непосредственным воздействием среды, на высших животных изменение среды действует косвенным образом: перемена во внешних условиях ведет к изменению потребностей, живущих в данных условиях животных; изменение потребностей ведет к изменению привычек; изменение привычек имеет следствием усиленное употребление или неупотребление органов. У всякого животного, не достигшего предела своего развития, частое и длительное употребление какого-нибудь органа вызывает его усиленное развитие, а неупотребление – ослабление и постепенное исчезновение.

Изменения, приобретенные в результате употребления или неупотребления органов, передаются по наследству, потомство изменившегося животного продолжает развиваться в том же направлении. Этот вывод привел Ламарка к отрицанию реальности вида, который он считал чисто абстрактным понятием, применяемым так, как в физике, например, используются понятия «материальная точка» или «твердое тело».

Основным обобщением взглядов Ламарка являются два положения, которые вошли в историю науки под названием «законы Ламарка»:

- У всех животных, не достигших предела своего развития, органы и системы органов, подвергавшиеся длительному усиленному упражнению, постепенно увеличиваются в размерах и усложняются, а неупражняемые – упрощаются и исчезают.
- Признаки и свойства, приобретенные в результате длительного и устойчивого

воздействия внешней среды, передаются по наследству и сохраняются у потомства при условии их наличия у обоих родительских организмов.

Первый закон – о значении упражнения (неупражнения) органов – Ж.-Б. Ламарк иллюстрировал многочисленными примерами. Например, форма змеи возникла от привычки ползать между травинками, тело изменилось от постоянного повторения усилий (по аналогии с мышечными изменениями). Второй закон – о передаче по наследству приобретенных изменений казался Ламарку бесспорным, он не видел необходимости приводить какие-либо доказательства его реальности. Ж.-Б. Ламарк не мог объяснить упражнением или неупражнением появление совершенно новых органов или сохранение маловажных органов. Появление нового органа он связывал с накоплением флюидов на определенных участках (например, накопление флюидов ярости на костях головы способствуют формированию рогов). Как мы видим, «законы» Ламарка представляют собой попытку охарактеризовать движущие силы эволюционного процесса. В качестве примеров Ж.-Б. Ламарк рассматривал предполагаемые пути эволюции предков современных видов животных на основании палеонтологических данных. Так, было известно, что предполагаемые предки современных жирафов имели относительно короткую шею и ноги одинаковой длины. Поскольку они обитали в засушливых саваннах и питались, по-видимому, так же, как и современные жирафы, нижними ветками деревьев, им при этом приходилось приподниматься на задних ногах и вытягивать шею. Это «упражнение», продельвавшееся на протяжении многих поколений, привело, по мнению Ламарка, к постепенному удлинению шеи и передних ног, в результате чего жирафы приобрели современный внешний вид. Рассматривая механизмы эволюции, Ж.-Б. Ламарк подчеркивал принципиальное различие между растительным и животным миром, которое, по его мнению, заключалось в том, что возникновение новообразований у животных происходит как бы опосредованно, при участии нервной системы, а у растений – под влиянием прямого воздействия среды.

Принципиально ошибочным оказался и так называемый закон наследования приобретенных признаков. Как показывают данные генетики, по наследству передается только размах изменчивости признака под влиянием внешних условий (норма реакции), а не его конкретное «фиксированное» значение. Молекулярная природа наследственности исключает возможность появления наследуемых приспособительных признаков в ответ на воздействие среды.

Чрезмерное стремление доказать изменяемость видов и опровергнуть идею их постоянства в природе привело его к отрицанию не только понятия «вид», но и реальности видов в природе. Ламарк указывал, что в природе реально существует непрерывная цепь индивидуумов, а виды есть конструкция систематиков. Ступени лестницы существ «уловимы исключительно в главных группах общего ряда, а не в видах, не даже родах» [\[51\]](#).

Ламарк вместо того, чтобы объяснить причину закрепления целесообразных признаков в филогенезе, снимает саму проблему целесообразности. Он провозглашает,

что целесообразность реакции организма на изменения среды есть основное свойство организма, изначально ему присущее. Целесообразные, адекватные наследственные изменения организмов для Ламарка – факт, не нуждающийся в пояснении. За основную посылку он принял то, что требовало пояснения: почему происходит закрепление целесообразности, каков ее механизм? Ламарк подчеркнул неразрывную связь организма со средой. Он выходил из верной посылки: влияние среды – мощный импульс к развитию органического мира. Однако целесообразность в строении и функционировании организмов он принял за нечто данное, изначальное.

Ламарк исходил из утверждения о примате функции над формой, и в этом аспекте, несмотря на неудачные примеры, она была передовой для того времени. Функция действительно может предшествовать специальному органу. Черты же строения, характеризующие степень сложности организации, по Ламарку, в своем возникновении с функцией не связаны, у него строение возникшего органа определяет свойственную ему функцию.

Концепция Ламарка сыграла выдающуюся роль в развитии биологии. Она представляла собой первую по времени появления законченную систему эволюционных взглядов и одновременно первую попытку обосновать эти взгляды, опираясь на обширный материал из области зоологии и ботаники. Ламарк в целом правильно охарактеризовал эволюцию как прогрессивный процесс, идущий в направлении усложнения строения организмов. Наконец, передовыми для своего времени были взгляды Ламарка на адаптивный (приспособительный) характер эволюционного процесса.

На рубеже XVIII и XIX вв. Ж.-Б. Ламарк, И. Сент-Илер, Гёте, создавая гипотезы, объясняющие процесс развития живого, в качестве объясняющих принципов полагали абстракции: Ж.-Б. Ламарк – закон прогрессивного развития; И. Сент-Илер – закон усложнения организмов; Гёте – понятие «органическая метаморфоза». По сути, это не законы, а данные эмпирического обобщения, выраженные в общей форме. Это абстракции здравого смысла, возведенные в ранг законов. Они не выводимы за пределы видимости и сами нуждаются в объяснении: почему имеет место прогрессивное развитие? Почему имеет место органическая метаморфоза? Почему имеет место усложнение организации? Неполноценность этих абстракций в том, что для решения проблемы мышление нуждалось в дополнительных принципах.

Таким образом, обоснование научной идеи о развитии возможно на пути отрицания традиционных форм мышления. Таким путем и пошел Чарлз Дарвин (1809–1882). Теория эволюции Дарвина считается одной из главных научных революций, так как она, помимо сугубо научного значения, привела к пересмотру широкого круга мировоззренческих, этических, социальных проблем. Заслугой Дарвина было доказательство того, что на конкретном материале было показано, как порядок и целесообразность могут «спонтанно» возникать из беспорядка, и именно в этом революционность его идей.

Серьезное философское препятствие на пути, которое пришлось преодолеть

дарвинизму – контовский позитивизм, входивший в моду в 60-х гг. XIX в. С точки зрения философских оснований позитивизм и дарвинизм были антиподами. По Огюсту Конт, в компетенцию подлинной науки не должно входить объяснение природы явлений, причин и способов их происхождения, каждая гипотеза должна допускать «неизбежную положительную проверку» и должна касаться «исключительно законов природы и ни в коем случае не способов их возникновения». Фактически О. Конт отрицал познавательную роль теоретического мышления.

Но создание Ч. Дарвиным эволюционной теории как раз связано с формированием теоретической гипотезы. В отличие от Ж.-Б. Ламарка, которого прежде всего интересовала проблема прогресса, Ч. Дарвин решал проблему целесообразности. Со многими положениями Ламарка Дарвин был согласен, но теоретическое ядро его не удовлетворяло. Ч. Дарвин поставил задачу раскрыть одну из сторон развития существующих форм жизни, раскрыть вопрос о путях возникновения видов, о причинах разнообразия форм живого.

Дарвина незаслуженно упрекали и упрекают за то, что он не рассматривал вопрос о происхождении жизни. Дарвин установил границы своей гипотезы, тем самым осуществил резкое ограничение вопросов, на которые призвана ответить его гипотеза, и вопросов, не входящих в рамки избранной им логики научного исследования. Вместо вопроса о том, как развивается живая природа в целом, он стал выяснять, как возникают и развиваются виды. Тем самым проблема была уточнена Дарвином до такой степени, что ее стало возможно решать, опираясь на имеющиеся знания.

Прежде всего это представление об эволюции как реальности, что означает определение жизни как динамической структуры естественного мира, а не статической системы. Виды не только изменяются во времени, но и связаны друг с другом происхождением от общих предков. Этот компонент эволюционной теории обеспечивает логическую программу для систематики, для исследований по сравнительной анатомии, эмбриологии, биогеографии и т. д. Эволюция рассматривается как постоянный процесс, изменения видов являются результатами влияния естественного отбора. Хотя существующие виды и обладают различными свойствами, считается, что эти свойства просто отражают исторический процесс дивергенции (расхождения), который уничтожил промежуточные формы или связующие виды, а также что с течением времени в результате постепенных малых изменений возникают новые формы, отличные от родительского вида.

Основу обоснования идеи развития у Дарвина составила мысль о том, что развитие живой природы есть следствие адаптации особей к постоянно изменяющимся условиям существования. Адаптация осуществляется посредством естественного отбора. По содержанию эта мысль есть определение сущности развития живой природы. Адаптация (позднелат. *adaptatio* – приспособление, прилаживание; от лат. *adapto* – прилаживаю) – совокупность морфофизиологических, поведенческих, популяционных и других особенностей данного вида, обеспечивающих возможность специфического образа жизни в определенных условиях внешней среды. В широком смысле

адаптациогенез – целесообразность в устройстве и функционировании организма. Мысль о роли адаптации в изменении живого высказывалась и до Дарвина. Отличие Дарвина от предшественников состоит в создании методики обоснования мысли, что развитие живой природы есть адаптациогенез. До Дарвина для обоснования строили системы, где изложение конкретного материала подчинялось общей целостной картине живой природы. Система предопределяла и оперирование фактическим материалом, и его группировку, и его интерпретацию. Дарвин не стал совершенствовать эту традицию. В противовес натурфилософскому подходу Дарвин начал с утверждения о том, что мы не знаем, что такое живая природа в целом, и не знаем общих законов, в соответствии с которыми она существует, но мы знаем факты, и если их правильно понять, можно открыть некоторые из законов. Различие своего подхода и конструкций, базирующихся на натурфилософских схемах, сам Дарвин разъяснял так: «Всякий, кто склонен придавать больше веса неразрешимым затруднениям, чем объяснению известного числа фактов, конечно, отвергает мою теорию» [52]. Натурфилософские конструкции, казалось бы, объясняли все, в этом виделась их ценность, считалось, что таким качеством должна отвечать научная теория. Дарвин выработал другую точку зрения на понятие о научной форме мышления: некая логическая конструкция научна, если она позволяет дать теоретическое объяснение группе хорошо установленных фактов, и если она позволяет наметить, что нужно делать дальше, чтобы развить успех. На вопрос относительно оригинальности своих взглядов Ч. Дарвин ответил: «Да, я был оригинален, так как, обобщив всем известные факты, я пришел к своим собственным и неповторимым выводам».

Правда, субъективно Дарвин довольно узко и противоречиво понимает суть избранного им метода. «Я работал подлинно бэконовским методом и без какой бы то ни было (заранее созданной) теории, собирал в весьма обширном масштабе факты...» [53] Дарвин говорит не о замене натурфилософского подхода научным, а о том, что предпочел индукцию дедукции. Однако Дарвин не совсем точно выразил свою мысль. Успех Дарвина был предопределен применением в единстве дедукции и индукции. Когда Дарвин говорил о предпочтении индукции, он имел в виду приверженность бэконовско-ньютоновскому, то есть научному методу. Зарубежные историки науки в противоположность самому Дарвину называют его научный метод гипотетико-дедуктивным. По их мнению, сразу после путешествия на «Бигле» в ходе разбора собранных коллекций у Дарвина возникла гипотеза, которую он затем попытался обосновать, подбирая факты из различных областей биологии и опытов английских фермеров-селекционеров.

Присмотримся к самой гипотезе Дарвина, созданной им для того, чтобы раскрыть законы происхождения видов. Она необычна с точки зрения традиционных для биологии форм мышления. В гипотезе Дарвина отсутствуют основания, преподносимые как абстрактно истинные, явно заметна их проблематичность.

Дарвин исходил из того, что виды не существуют раз и навсегда данными, а изменяются. Трудность для Дарвина заключалась не в том, чтобы эмпирически доказать изменяемость видов, а в том, чтобы выразить этот факт логически. Решение

нашлось за счет избранного Дарвином определения вида как резко обозначившейся разновидности. Однако такое определение вида только одно из возможных определений. Следовательно, основанное на данном определении логическое доказательство небесспорно, поскольку при применении другого определения оно может быть оспорено.

В объяснение происхождения видов Дарвин вводит представление о том, что, по крайней мере, некоторые изменения, возникающие в организме во время его жизни, наследуются, однако истинные причины, вызвавшие эти изменения, неизвестны. Открытие законов наследования в XX в. сделало и это положение довольно проблематичным. Для аргументации возможности наследования приобретенных изменений Ч. Дарвин, подобно Ж.-Б. Ламарку, воспользовался применявшимся еще в Античности логическим приемом, который можно назвать методом непротиворечивых примеров. В качестве «доказательства» приводится перечень явлений, объяснением которых может служить некоторое единое для всех априорное допущение. Чем больше таких явлений удавалось отыскать, тем более убедительным считалось «доказательство».

Дарвин обратился к анализу соотношения темпов размножения и динамики численности видов в природе. Ему было известно, что процесс размножения любого вида растений, животных и микроорганизмов происходит в геометрической прогрессии. Еще К. Линней подсчитал, что если какое-то однолетнее растение производит только по два семени, то через 20 лет его потомство могло бы составить около миллиона экземпляров. Дарвин произвел аналогичный расчет для такого малоплодовитого животного, как слон, и оказалось, что в этом случае потомство от одной пары через 750 лет составило бы 19 миллионов особей. В то же время численность любого вида в природе – величина относительно постоянная и, во всяком случае, не прямо связанная с темпами размножения; она подвержена периодическим колебаниям как в сторону увеличения, так и уменьшения. Это может означать только то, что число организмов любого вида, рождающихся на свет, значительно больше того количества, которое может существовать или, по крайней мере, размножаться в данных условиях. Факторами, ограничивающими рост численности, могут быть неблагоприятные климатические условия, эпидемии, недостаток пищи и, наконец, сложные отношения, существующие между видами и особями.

В результате избыточной рождаемости между организмами в природе возникает конкуренция за среду обитания и пищу. Это явление Дарвин назвал «борьбой за существование». Принято различать три ее формы: борьбу с факторами небиологического происхождения, межвидовую и внутривидовую борьбу. Наиболее острой и важной для эволюции является внутривидовая борьба, поскольку особи одного вида характеризуются наиболее сходными запросами в отношении окружающей среды.

Межвидовая борьба за существование возникает при соприкосновении сходных по образу жизни и среде обитания видов. В устойчивых, сбалансированных экологических системах эта форма конкуренции имеет относительно небольшую остроту вследствие

того, что каждый вид занимает в ней строго определенную среду обитания (экологическую нишу). Межвидовая конкуренция резко обостряется при естественной или спровоцированной человеком смене экологических систем. Яркие примеры межвидовой конкуренции наблюдаются и тогда, когда в результате случайного стечения обстоятельств (например, при участии человека) какой-либо вид внедряется в новую, нехарактерную для него область распространения. Так, например, при освоении европейцами австралийского материка завезенная поселенцами домашняя собака одичала, образовав особый подвид – динго, повсеместно вытеснивший характерного для Австралии хищника – сумчатого волка. Аналогичные отношения сложились в Австралии между кроликами и некоторыми видами кенгуру. Важно подчеркнуть, что межвидовую конкуренцию не следует смешивать с другой формой отношений – отношениями хищника и жертвы. Разумеется, отношения особи-хищника (например, волка) и преследуемой им особи-жертвы (например, зайца) носят характер борьбы, но этот «индивидуальный» конфликт особей нельзя переносить на межвидовые связи. Напротив, вид-хищник необходим для вида-жертвы как регулятор численности, а последний необходим для хищника как источник пищи, от которого также зависит численность.

Наконец, борьба с факторами небиологического происхождения (климат, стихийные бедствия и т. п.) является как бы фоном, на котором реализуются остальные формы борьбы за существование, и в целом способствует сохранению более жизнеспособных организмов.

Благодаря наличию изменчивости разные особи в процессе борьбы за существование оказываются в неравном положении. Индивидуальные изменения, облегчающие выживание, обеспечивают своим носителям преимущество, в результате чего чаще выживают и дают потомство более приспособленные к данным условиям особи, а слабейшие с большей вероятностью погибают или устраняются от скрещивания. Это явление Дарвин и назвал естественным отбором. Естественному отбору Дарвин дал такое определение: «сохранение благоприятных индивидуальных различий и индивидуальных изменений, и уничтожение вредных, я назвал естественным отбором или переживанием наиболее приспособленных» [\[54\]](#).

Выжившие особи дают начало следующим поколениям; благодаря наследственному характеру индивидуальной (неопределенной) изменчивости удачные особенности строения с большей вероятностью передаются потомству и постепенно распространяются среди особей вида. Таким образом, естественный отбор, или выживание наиболее приспособленных форм, является движущей силой эволюционного процесса. Это положение, обоснованное Дарвином и его ближайшими последователями, имеет силу общеприродного закона.

Естественный отбор есть результат имеющейся в живой природе борьбы за существование. Если будет опровергнут всеобщий характер борьбы за существование, то это значительно усложнит обоснование представлений о естественном отборе. Именно на этот аспект обратили внимание русские ученые, особенно П. А. Кропоткин

(1842–1921), имевший не меньший, чем у Дарвина, опыт наблюдений в природе. П. А. Кропоткин познакомился с работами петербургского профессора К. Ф. Кесслера (1815–1881), который утверждал, что в природе большое значение имеет, помимо закона «взаимной борьбы», и закон «взаимной помощи». После этого Кропоткин стал усиленно собирать материал для подтверждения идеи рано умершего Кесслера. Но он считал, что данная мысль не противоречит Дарвину: это в действительности лишь дальнейшее развитие идеи, высказанной самим Дарвином [\[55\]](#).

Приспособительный характер эволюции достигается путем отбора из множества случайных изменений таких, которые облегчают выживание в данных, конкретных условиях среды. Важно помнить, что приспособленность организмов имеет, как правило, относительный характер и то, что может быть полезно в одних условиях, становится бесполезным или даже вредным в других (например, особенности строения водных животных, оказавшихся на суше). Поэтому в тех случаях, когда исходно одинаковые группы особей обитают в неодинаковых условиях, естественный отбор приводит к накоплению разных особенностей их строения. Это явление называется дивергенцией; дивергенция по многим признакам внутри разных группировок вида ведет, в свою очередь, к образованию разновидностей новых видов.

Будучи воспитанным в строго индуктивистских традициях и одновременно будучи убежденным в справедливости открытого им механизма эволюции, Дарвин настойчиво искал ему фактуальное подтверждение в рамках индуктивной методологии, которая требовала доказательств, полученных прямым наблюдением. Но поскольку предмет его исследований прямому наблюдению не подлежал, а гипотеза была основана на индуктивном методе, поиски прямых доказательств были обречены на неудачу.

В XX в. теория эволюции была расширена и дополнена в свете современных данных генетики, палеонтологии, молекулярной биологии, экологии и этологии. Современную эволюционную теорию можно определить как теорию органической эволюции путем естественного отбора признаков, детерминированных генетически. Современная наука обладает хорошо подкрепленными фактическими данными гипотезами, которые в совокупности составляют достаточно обоснованную теорию. Сведения, подтверждающие современные представления об эволюции, поступают из разных источников, среди которых главное место занимают палеонтология, биогеография, систематика, селекция растений и животных, морфология, сравнительная эмбриология и сравнительная биохимия. Некоторые из событий, приводимых в качестве доказательств эволюционной теории, могут быть воспроизведены в лаборатории. Однако все доказательства следует рассматривать только как указание на принципиальную возможность эволюционных событий.

Палеонтологические данные подтверждают факт прогрессивного возрастания сложности организмов и отвергают представления о неизменяемости видов. В самых древних породах, содержащих ископаемые останки, встречаются организмы очень немногих типов, имеющие простое строение. Более молодые породы содержат более разнообразные ископаемые останки, обладающие более сложным строением. В

палеонтологической летописи многие виды, появившиеся на каком-либо уровне, исчезают на более позднем уровне. При истолковании этих фактов для обоснования эволюционной теории указывают на возникновение и вымирание видов в соответствующие эпохи. Одним из главных возражений против использования ископаемых останков для доказательства эволюции рассматривают отсутствие непрерывности в палеонтологической летописи. Разрывы в палеонтологической летописи считаются веским доводом против теории образования новых форм путем постепенного изменения. Так, Эдредж и Гоулд описали процесс, позволяющий объяснить внезапное появление некоторых видов в палеонтологической летописи. По их мнению, скорости эволюции варьируются и некоторые новые виды возникают очень быстро, что приводит к неполноте палеонтологической летописи. Эти скачкообразные изменения породили термин «скачкообразная эволюция».

Система классификации рассматривается как еще один источник доказательств эволюционного развития природы. В рамках систематики как науки о классификации организмам присваивают наименования и определяют их в группы. Биологическая номенклатура основана на биномиальной системе, основоположником которой является шведский натуралист Карл фон Линней (1707–1778). По этой системе каждый организм имеет два латинских названия: родовое (пишется с заглавной буквы) и видовое (пишется со строчной буквы). В систематике организмы объединяются в группы, расположенные на различных иерархических уровнях, основанием объединения являются некоторые видимые общие морфологические признаки, такие как форма, число и расположение конечностей и т. д. Так, например, человека классифицируют таким образом: вид *Homo sapiens*, род *Homo*, семейство Гоминидов, надсемейство Гоминоидов, инфраотряд Узконосых, подотряд Антропоидов, отряд Приматы, подкласс Плацентарные, класс Млекопитающие, надкласс Четвероногие из типа Хордовых в царстве Животных домена Ядерных в империи организмов.

Современная система классификации включает следующие основные иерархические единицы: домен; царство; тип (отдел у растений); класс; отряд (порядок у растений); семейство; род; вид.

Каждый таксон может содержать несколько таксономических единиц более низкого ранга, например, один тип может содержать шесть классов или род – три вида. Но вместе с тем таксон может принадлежать только одному таксону, расположенному непосредственно над ним, например, порядок может принадлежать только одному находящемуся над ним классу. На каждом иерархическом уровне может находиться несколько таксонов, но все они отличаются друг от друга. Члены каждого таксона обладают общим набором признаков, характерным для всех организмов предшествующих таксономических уровней, но каждый таксон обладает уникальными признаками, то есть признаками, присущими только организмам этого таксона.

Существует два типа классификаций – искусственная и естественная. Искусственная классификация, называемая также условной или утилитарной, основывается на одном или нескольких легко обнаруживаемых признаках. Она создается и применяется при

решении ограниченного числа узкоспециальных задач, при этом главным критерием их использования является удобство использования. Например, к характерным чертам можно отнести окраску (так, Леонардо да Винчи делил растения на светло- и темно-зеленоокрашенные), способ передвижения, характер развития, место обитания и т. д. Примером искусственной классификации может служить классификация животных, приведенная аргентинским писателем Х.-Л. Борхесом. В некой китайской энциклопедии животные делились на принадлежащих императору, бальзамированных, прирученных, молочных поросят, сирен, сказочных, бродячих собак и, наконец, нарисованных очень тонкой кисточкой из верблюжьей шерсти, издалика кажущихся мухами.

Естественная классификация может быть филогенетической или фенотипической – в зависимости от критерия, положенного в основу классификации. Чаще используют филогенетическую классификацию, поскольку она отражает эволюционные связи, в основе которых лежит происхождение организмов и наследование ими определенных признаков. При построении такой схемы предполагается, что организмы, относящиеся к одному таксону, имели общих предков, поэтому связь между ними можно представить в виде родословного дерева. Черты сходства и различия между организмами можно объяснить как результат прогрессивной адаптации организмов в пределах каждой таксономической группы к определенным условиям среды на протяжении некоторого периода времени. Фенотипическая классификация основывается на современных представлениях о морфологическом, цитологическом и биохимическом сходстве между организмами. Эта классификация может отражать эволюционные связи, но строится на иной основе.

Практика селекции – выведение человеком сортов растений и пород домашних животных от диких предков может служить доводом в пользу того, что с помощью аналогичного механизма могут возникать новые виды в естественных условиях. Если интерпретировать искусственный отбор в генетических терминах, можно сказать, что человек сохраняет гены, желательные для его целей, и устраняет те гены, которые его не устраивают, при этом человек использует существующую в природе генетическую изменчивость и возникающие мутации. В природе при действии естественного отбора вместо человека в роли фактора отбора выступает внешняя среда.

Сравнительная анатомия (морфология) групп животных выявляет, что по ряду структурных особенностей они в основе своей сходны. Эта основная структура у разных животных различным образом модифицирована, приспособлена для определенного способа жизни в соответствующей среде обитания. В качестве свидетельства происхождения животных от общего предка рассматривается наличие органов, построенных по единому плану, развивающихся из одних и тех же зачатков и сходных по строению (гомологичных органов), а также сохранение у некоторых видов структур, не несущих никакой функции (рудиментарных органов).

При изучении эмбрионального развития представителей различных групп животных обнаруживается структурное сходство. На основании этого биологом-дарвинистом

Геккелем было сформулировано правило, по которому стадии развития организма повторяют эволюционную историю группы, к которой данный организм относится. Например, по мере развития зародыша позвоночного у него происходят изменения, в результате которых он приобретает признаки рыбы, амфибии, рептилии, птицы или млекопитающего в соответствии со своей видовой принадлежностью. Изначальное сходство между эмбрионами в эволюционной теории трактуется как доказательство того, что группы имели общего предка.

По мере разработки методов более точного биохимического анализа эта область исследований стала источником новых данных в пользу эволюционной теории. Наличие одинаковых веществ у всех организмов указывает на возможную биохимическую гомологию, подобную морфологической гомологии на уровне органов и тканей.

Следует еще раз подчеркнуть, что все эти данные лишь подкрепляют другие доводы в пользу существования эволюции, но сами по себе не могут считаться бесспорными доказательствами. Это обстоятельство наряду с другими ориентирует некоторых исследователей на поиски радикальных решений, пересматривающих эволюционные концепции.

Своеобразие эволюционной теории проявляется прежде всего в способах ее конструирования. Существующие эволюционные концепции представляют собой взаимодополняющие модели, каждая из которых призвана отразить определенные стороны эволюционного процесса. В эволюционной теории широко используются различные вспомогательные гипотезы и посылки, выдвигаемые для тех или иных конкретных объяснений в одной модели. Ныне, как и во времена Дарвина, гипотетико-дедуктивный метод сохраняет всю полноту своего значения в построении эволюционной теории. Преимущественная опора на этот метод снижает достоверность эволюционных построений, но реальных альтернатив ему пока нет.

Развитие эволюционной биологии в XX в. связано с формированием синтетической теории эволюции (СТЭ). Она сложилась в 30–40-е гг. XX в. и восприняла основные положения теории Ч. Дарвина, подведя под концепцию отбора генетическую базу, которая обоснована экспериментальными и математическими методами. Фактическая основа СТЭ по сравнению с дарвинизмом существенно расширилась. Помимо традиционных для эволюционного исследования наук, таких как систематика, популяционная генетика, эмбриология, палеонтология, биогеография, сравнительная анатомия, были применены методы математического моделирования, данные аутоэкологии, микросистематики, цитологии. Широкое применение математического аппарата придало эволюционной теории аксиоматический, дедуктивный характер и приблизило ее по типу построений к теоретической физике. Отличительной чертой взаимодействия знаний стала редукция знаний к знаниям о более элементарных уровнях организации материи. СТЭ носила сугубо редукционистский характер, в ней имело место игнорирование специфичности разных уровней организации живого. Кроме того, создатели СТЭ ввели ряд серьезных упрощений, в частности, популяционно-генетическая модель оперировала с генами как независимыми

единицами, не учитывая их взаимодействие, сложность связи генотипа с фенотипом. Также из поля зрения в СТЭ был исключен собственно организм как целостная система, а вместе с этим и комплекс проблем, а поскольку организм – центральный объект биологии, его редукция равна самоустраниению биологии как науки.

С середины XX в. важное познавательное, философское и мировоззренческое значение приобрел вопрос о соотношении микро- и макроэволюции. Микроэволюция – совокупность эволюционных процессов, протекающих в популяциях вида и приводящих к изменению генофонда этих популяций и к образованию новых видов (термин ввел в 1938 г. Н. В. Тимофеев-Ресовский (1900–1981)). Макроэволюция – эволюционные преобразования, ведущие к формированию таксонов более высокого ранга, чем вид (термин ввел в 1927 г. Ю. А. Филипченко (1882–1930)). Поскольку макроэволюция, в отличие от микроэволюции, призвана описывать преобразование организации, то речь должна идти о соотношении гена и организации, популяции и индивида, популяционного и типологического подходов. Специфичность макроэволюции не только в ее результатах, временных параметрах, в особом объекте приложения эволюционных сил (системная организация), но и в факторах и механизмах. Прямая экстраполяция макропроцессов на уровень микроэволюции невозможна, следовательно, рождается проблема их соотношения.

В науке XX в. появились дополнительные средства познания – сверка биологической теории с междисциплинарными обобщениями типа глобального эволюционизма, принципами самоорганизации, теорией неравновесных систем и т. д. Однако неудовлетворенность ряда биологов существующими методами построения моделей эволюции привела к возрастающей роли эмпирического познания и к оживлению интереса к проблеме соотношения эмпирического и теоретического подходов в исследовании эволюционного процесса. В глазах значительной части ученых первостепенное значение приобрела экспериментальная верификация знаний об эволюции, полученных гипотетико-дедуктивным путем. В науке есть постоянный источник инакомыслия – новые эмпирические данные (молекулярная генетика, биохимия, палеонтология), то есть те науки, на которых строятся современные теории макроэволюции, в них сделаны наиболее фундаментальные открытия. Это разрушает определенную иллюзию теоретиков и философов, будто решение специфических эволюционных проблем может быть дедуцировано из общих философских изложений. Действительно, в эволюционно-биологических конструкциях философско-методологические установки тесно переплетены с теоретическими постулатами.

Главными характерными чертами таких решений являются отрицание творческой роли естественного отбора и утверждение о том, что наиболее существенные эволюционные события – результат случайных процессов. Адаптации видов возникают случайно и скачкообразно. Вымирание отдельных видов носит случайный по отношению к их адаптациям характер и обуславливается глобальными катастрофами.

Вся биология за последнее столетие стала иной, понимание жизненных процессов поднялось на новый уровень. Однако нельзя не видеть, что в теории эволюции

разрабатывается главным образом аналитическая, а не прогностическая часть. Дарвинизм помогает выделить историческую подоснову природных явлений, но он остается малоэффективным при попытках прогнозирования результатов эволюционного процесса не только для отдаленного, но и для ближайшего будущего. Сама эволюция – сложный вероятностный процесс с весьма варьирующимися соотношениями детерминированных и стохастических компонентов, и поэтому ее общий ход в чем-то непредсказуем. Непредсказуемость эволюции неабсолютна. Одни детали предвидеть невозможно, другие – с большей или меньшей достоверностью: где слишком многое зависит от обстоятельств, объективно-случайных по отношению к ходу процесса. Недостаточное осознание этого факта подчас ориентирует мысль на поиски радикальных решений. Из антидарвиновских концепций наиболее широко распространен и популярен катастрофизм, сальтационистские объяснения эволюционного процесса. Главными чертами таких построений являются: отрицание естественного отбора; признание того, что наиболее существенные эволюционные изменения – результат случайных изменений.

Основные постулаты сальтационизма:

- Адаптации видов возникают случайно и сальтационно (скачкообразно).
- Высшие таксоны возникают случайно в результате макромутаций. Существенную (главную) роль в их возникновении может играть горизонтальный перенос блоков ДНК (РНК) от вирусов и бактерий к высшим организмам.
- Вымирание отдельных видов (биоценозов) носит случайный по отношению к их адаптациям характер и обуславливается глобальными катастрофами.
- Новые группы организмов возникают не в результате конкуренции их предков со старыми группами, а в условиях экологического вакуума, созданного массовым вымиранием. По уровню приспособленности новые группы организмов ничуть не совершеннее старых.

Идея о том, что смена этапов органического мира на Земле обуславливается катастрофами, время от времени уничтожавшими животный и растительный мир различных регионов, была сформулирована Кювье. Еще недавно взгляд на катастрофы как важнейшую причину вымирания в истории Земли казался отброшенным. Положение резко изменилось в последние десятилетия, когда все упорнее высказывается мысль, что вымирание в прошлом могло быть обусловлено глобальными катастрофами.

Гипотезы катастрофистов можно разделить на две основные группы:

- а) одни авторы связывают катастрофы с геологическими процессами;
- б) другие считают, что катастрофы имеют космическое происхождение.

Сторонники «земного катастрофизма» связывают его с вулканическими извержениями, приводящими к глобальному похолоданию и к выбросу в атмосферу большого объема токсических веществ, а также с геомагнитными процессами биосферы, сопряженными с повышением ионизирующей радиации, и, наконец, с процессами горообразования и изменением климата.

Сторонники космических причин массового вымирания чаще всего говорят о повышении радиации в результате вспышки сверхновой звезды или колебаний солнечной активности, или о «бомбардировке» Земли кометами и гигантскими астероидами, что ведет к изменению положения Солнечной системы относительно плоскости Галактики, или о прохождении крупного небесного тела через окружающее Солнечную систему космическое облако.

Мысль о том, что столкновения Земли с небесными телами могли вызвать массовую гибель организмов, высказывалась К. Лапласом еще в XVIII в. Но особую популярность подобные взгляды приобрели после того, как в середине 60-х гг. XX в. при исследовании разреза пограничных мел-кайнозойских отложений в Губбио (Италия) в тонком слое глины, датированном 67 млн. лет, была обнаружена чрезвычайно высокая концентрация редкого металла – иридия – она в 20 раз превышала средний уровень его содержания в земной коре. Впоследствии такие иридиевые аномалии на мел-кайнозойской границе были найдены во многих областях по всему миру, причем в некоторых местах содержание металла в 120 раз превышало фоновое. Длительность накопления этого слоя была не более 10 тыс. лет. В земной коре иридий редок, так как он хорошо растворим в железе, и весь земной иридий сконцентрирован в ядре планеты. Соответственно его довольно много в веществе железных метеоритов – фрагментах планетных ядер. Высказывается предположение о том, что иридий был привнесен на Землю крупным астероидом диаметром порядка 10 км.

На этом основании в 1980 г. американский физик, лауреат Нобелевской премии Л. Альварез и его сын геолог У. Альварез предположили, что иридиевая аномалия – следствие удара о Землю крупного астероида, вещество которого рассеялось по всей земной поверхности, они же и опубликовали первый современный вариант астероидной теории вымирания динозавров. По их мнению, астероид при столкновении с Землей взорвался и превратился в пылевое облако, рассеявшееся в атмосфере. Чтобы дать наблюдаемое количество иридия, требуется тело внеземной природы диаметром приблизительно 10 км и массой 10¹⁰ тонн. При его падении на сушу возникла бы воронка диаметром около 100 км. Расчеты показывают, что при таком ударе в атмосферу поднялось бы огромное количество пыли (в 60 раз больше самого астероида). Эта пыль обращалась бы вокруг Земли несколько лет, прежде чем осела обратно на поверхность. Осаждение этой пыли и привело бы к равномерному распределению по Земле избыточного иридия. Пылевое облако должно было резко понизить прозрачность атмосферы, что привело бы к полной кратковременной приостановке фотосинтеза и массовой гибели зеленых растений (прежде всего планктонных водорослей, имевших короткий жизненный цикл). Вслед за зелеными растениями погибли бы (от голода) и растительноядные животные, а за ними и

хищники. Из-за ослабления фотосинтеза в воде океанов накапливается углекислый газ (CO_2), что ведет к повышению ее кислотности и к растворению раковин карбонатсекретирующих организмов от раковинных простейших до крупных моллюсков. Отдаленное значение в массовом вымирании могло иметь и резкое глобальное похолодание, связанное с ослаблением притока тепла от Солнца из-за понижения прозрачности атмосферы. Только после осаждения пыли и образования иридиевого слоя началось, по мнению Альварезов, восстановление зеленой растительности из переживших критический период спор и семян в опустевших экологических нишах.

Выводам о катастрофичности вымирания существенно «подыгрывают» и приемы обработки статистических данных, которыми пользуются палеонтологи (считают отдельно вымирание семейств в морской и континентальных биотах, приурочивают моменты вымирания к концу определенного периода, обычно учитывают момент вымирания последнего семейства, так как предшествующие моменты вымирания могут быть гораздо более высокими).

Ни одна из катастрофических моделей не только не объясняет смысла процессов, совершившихся на Земле в критические эпохи, скорее ставит новые вопросы об избирательности процессов вымирания и их продолжительности.

Чем объяснить столь огромную и растущую популярность идеи об определяющем значении глобальных катастроф в смене форм органического мира? Представляется, что большую роль играли чисто психологические факторы – новизна идей об астероидах, новизна фактов об их падении, возможность серьезных климатических последствий таких событий, сходство прогнозов климатических последствий ядерной войны и падений гигантских астероидов. Привлекательна сама возможность дать всей совокупности сложных и противоречивых фактов, касающихся эволюции органического мира, единое толкование.

Согласно этим моделям победа в полномасштабной ядерной войне невозможна в принципе, ибо ядерные взрывы выбросят в верхние слои атмосферы столько пылевых частиц, что сделают ее непрозрачной для солнечного света, и планета необратимо замерзнет. Концепция «ядерной зимы», в свою очередь, базировалась на опыте ковровых бомбардировок немецких городов англо-американской авиацией в ходе Второй мировой войны. Там отдельные очаги пожара сливались в так называемые огненные торнадо, температура которых была столь велика, что в них сгорал даже металл, а создаваемый ими восходящий воздушный поток поднимал продукты сгорания на такую высоту, что они впоследствии разносились по всей планете. Однако критики указывают, что размер пылевых частиц, образующихся при астероидном ударе, превышает размер частичек сажи и иных продуктов сгорания минимум на порядок, так что пыль должна была опуститься на поверхность не через годы, а через считанные недели, если не дни. Геохимики, в свою очередь, напоминают о существовании в морской воде карбонатно-бикарбонатного буфера, сместить кислотность которого за счет изменения концентрации CO_2 практически невозможно.

Возражения биологов более разнообразны. Иридиевые аномалии найдены в отложениях самого различного возраста, но они не связаны с крупными фаунистическими сменами. И наоборот, все попытки обнаружить следы астероидных ударов в горизонтах, соответствующих другим катастрофическим вымираниям, ни к чему не привели. Существует ряд датированных метеоритных кратеров более крупного размера, чем предполагаемый Альварезом, и при этом достоверно известно, что ничего серьезного с биотой Земли в тот период не происходило.

Массовое вымирание морских организмов было «мгновенным» лишь по геологическим меркам и продолжалось, по разным оценкам, от 10 до 100 тысячелетий (а вовсе не годы, как это должно быть согласно моделям «ударного воздействия»). Последовательность исчезновения разных планктонных организмов в разных местах Земли неодинакова, пики вымираний могут расходиться с иридиевой аномалией на десятки тысяч лет, причем многие группы вымирают до аномалии, а не после нее. Кроме того, модели «ударного воздействия» не отвечают на вопрос о странной избирательности процессов: динозавры вымерли, а их ближайшие родственники крокодилы благополучно пережили катаклизмы.

Все чаще говорят о строгой периодичности массовых вымираний, основываясь на статистической обработке палеонтологических данных. Например, американские палеонтологи Рауа и Сепкоский в 1984 г. высчитали, что за последние 250 млн. лет массовые вымирания следуют друг за другом с четкой периодичностью – через 26 млн. лет. Такая четкость заставляет искать астрономическую природу этих процессов.

Предположение о существовании такого астрономического механизма не замедлило последовать. Некоторые американские и английские астрономы и физики выступили с обоснованием гипотезы, по которой периодические массовые вымирания животных и растений на Земле могут обуславливаться еще не открытой звездой – компаньоном Солнца, получившей наименование «Немезида». Предполагается, что эта звезда вращается вокруг Солнечной системы, то удаляясь, то сближаясь с Солнцем на 5–20 трлн. км. При сближении с Солнцем, наступающим через каждые 26 млн. лет, Немезида проходит через кометное облако, что ведет к бомбардировке планет Солнечной системы астероидами.

Гипотеза о Немезиде не является единственной связывающей периодичность массовых вымираний с космическими механизмами. Определенное распространение получила гипотеза о еще не открытой планете Солнечной системы – планете X, расположенной за Плутоном. В пользу существования этой планеты говорят некоторые аномалии в орбите Плутона, не получившие до сих пор объяснения. Каждые 26 млн. лет плоскость орбиты планеты совмещается с плоскостью окружающего Солнечную систему кометного облака и ведет к бомбардировке планет Солнечной системы астероидами.

Исходные палеонтологические данные, для объяснения которых создаются все эти модели, сами отнюдь не бесспорны. Во-первых, пики массовых вымираний несравнимы друг с другом – процент вымерших семейств варьируется от 7,6 до 66,3%. При более

точных исследованиях обнаруживается, что из двух выделяемых пиков массовых вымираний 3 отклоняются от предсказанных на 6–8 млн. лет, 2 вообще недостоверны и только 5 приурочены к моментам, соответствующим 26 млн. лет.

Появление астероидных гипотез резко обострило интерес не только к проблеме массовых вымираний, но и особенно к общему вопросу о внутренних и внешних механизмах эволюции.

Основу европейского естественно-научного мышления составляет так называемая бритва Оккама – из нескольких конкурирующих гипотез выбирается наиболее простая, не вводящая «избыточных сущностей». Применительно к нашему случаю это означает следующее. Для физика более привлекательными будут однофакторные гипотезы (разом изверглись все вулканы – и все живое отравилось серой и тяжелыми металлами; упал астероид – и поднятая им пыль затуманила атмосферу), представление о системных свойствах биосферы для него «избыточно».

Для биолога очевидно, что экосистемы и биосфера – это не механические наборы живых организмов, а целостные гомеостаты с собственным поведением, способные противостоять внешним возмущениям. Поэтому с точки зрения биолога более просты гипотезы, предполагающие внутренние причины экосистемных смен (даже резких), а внешние воздействия – «избыточная сущность», которую можно привлекать лишь после того, как исчерпаны «внутрибиосферные» варианты объяснений.

Это различие между «физиками» и «биологами» (названия условны) носят не дисциплинарный, а мировоззренческий характер. Поскольку естественно-научное сообщество остается в целом «физикоцентричным», притягательность гипотез «ударного воздействия» вполне объяснима.

В качестве примера другой разновидности антидарвиновских концепций рассмотрим концепцию номогенеза. В дарвинизме отсутствует идея направленного процесса: процесс приспособления случайно иногда приводит к изменениям, которые можно рассматривать как прогресс. Но внутреннего механизма, обеспечивающего неуклонное совершенствование, не существует. Именно невозможность указать причину прогресса органических форм рождает номотетические объяснения эволюции. Номогенез – это эволюционное учение о внутренней запрограммированности исторического развития живой природы. Но сторонники номогенеза не могут ответить на вопрос: является ли эволюционный процесс приспособительным? На этот же вопрос не могут ответить катастрофисты, абсолютизирующие роль скачкообразных изменений.

Разрабатываемую сегодня на научной основе картину развития природы многие теологи считают возможным соединить с религиозным видением мира. Одной из характерных реализаций такого соединения является развитие в христианской теологии направления теистического эволюционизма. Представители этого направления соглашались с тем, что универсум имеет историю, жизнь появилась приблизительно 3 млрд лет назад. Они признают основные характеристики и закономерности эволюционного процесса (значение мутационной изменчивости, роль естественного

отбора, формирование сложных организмов на основе более простых). Более того, допускается идея о естественной эволюции человека от животных предков в телесном отношении, хотя отстаивают сверхъестественный характер духовной эволюции. Теистический эволюционизм отрицает возможность допущения фундаментальной роли случайности в развитии универсума, процессы развития детерминированы Богом.

В современных научных дискуссиях об эволюции обсуждается не сам факт ее существования, а то, что она происходит путем естественного отбора случайно возникающих мутаций. Изменение какого-либо адаптивного признака – результат единичной мутации, случившись, она попадает под действие отбора. Однако против таких представлений может быть выдвинуто возражение, которое на первый взгляд кажется весьма серьезным. Оно связано с вероятностью или невероятностью некоторых событий, заметим, что вероятность определяется условиями протекания процесса. Предположим, что вы бросаете 100 костей в надежде, что выпадут все шестерки. Вероятность получить такую комбинацию в одном броске равна $(1/6)^{100}$ – она настолько мала, что о ней не стоит и говорить. Предположим, что у игры другие правила. Вы бросает сразу 100 костей, отбираете выпавшие шестерки, а остальные кости бросаете снова. Тогда из ста костей вы можете ожидать 17 шестерок в первом броске, 14 – в следующем (из оставшихся 83) и т. д. После нескольких бросков все кости на столе будут шестерками. Причина столь быстрого успеха заключается в новых правилах, позволяющих сохранять каждый достигнутый успех и двигаться дальше. Именно такие правила действуют в биологической игре в тех случаях, когда частичный успех, то есть несовершенная структура, уже приносит какую-то пользу – делает что-нибудь немного лучше, чем прежняя, и потому подхватывается отбором. При этом конечная цель достигается путем последовательных приближений. Таким образом, сложные структуры могут создаваться в результате естественного отбора, если в принципе их можно получить путем постепенного усложнения так, чтобы каждый новый этап давал какое-то дополнительное преимущество. Поскольку естественный отбор не обладает даром предвидения, он никогда не может способствовать появлению некой промежуточной структуры, не доставляющей сразу же определенной выгоды, даже если бы эта структура и могла быть полезной в отдаленном будущем.

Некоторые адаптации довольно совершенны, и кажется, что их создание было бы невозможно без предвидения и изобретательности. Поэтому многим трудно поверить, что это произошло путем простого накопления отдельных сдвигов к лучшему. Ведь во многих случаях мы не можем продемонстрировать всю цепь промежуточных этапов процесса. С указанными аспектами связаны трудности в понимании эволюции.

Новые представления о биосфере пролили свет на многочисленные связи между видами. Ранее считалось, что виды в определенные периоды своей эволюции могут находиться в состоянии относительного покоя. Будучи хорошо приспособленными к окружающей среде, они подвергаются действию «стабилизирующего» отбора, чтобы он сохранил адаптивные характеристики, а отнюдь не изменил их. Ни один вид не может позволить себе ослабить адаптационные усилия хотя бы на мгновение. Стабильной экологии не существует. Улучшение адаптивной ценности одного вида немедленно

меняет положение других видов, эволюционные изменения одного вида вызывают эволюционные изменения во всей биосфере. В известной сказке Льюиса Кэрролла «Алиса в стране чудес» Червовая королева говорит: «Весь этот бег и все движения имеют одну цель – остаться на месте, которое ты занимал прежде». Сохранение адаптивной ценности требует постоянного эволюционного напряжения – постоянного «бега и движения». Любой акт эволюционного «творения», и в первую очередь захват новых областей обитания, может произойти только за пределами области, где существует стабильность, то есть за пределами биосферы Земли.

Генетическая система любого земного вида использует лишь незначительную часть резервов изменчивости, копившихся у нее миллионы лет. Основная их часть ждет своего часа. Благодаря этому прогрессирующие виды находятся в постоянной готовности к встрече с новыми условиями среды. И для приспособления к необычным условиям обитания нет никакой необходимости в новых мутациях, поскольку резерв изменчивости у человека и видов живого колоссален.

Идея развития мира стала одной из важнейших идей европейской цивилизации. В своих простейших и неразвитых формах она начала проникать в естествознание еще в XVIII в. Но уже XIX в. может быть назван веком эволюционизма. Сначала в геологии, в биологии, в социологии теоретическому моделированию развивающихся объектов стали уделять все большее и большее внимание.

Однако в науках физико-химического цикла идея развития завоевывала признание более трудно. Вплоть до второй половины XX в. в них господствовала исходная абстракция закрытой обратимой системы, в которой фактор времени не играет значительной роли. Введение понятия «энтропия» и представления о необратимых процессах, зависящих от времени, означали включение в физические науки представлений о «стреле времени». Философский принцип развития мира (природы, общества, человека) не имел общего, стержневого, постулата для всего естествознания. В каждой отрасли естествознания он имел свои (независимые от другой отрасли) формы теоретико-методологической конкретизации.

Только к концу XX в. естествознание нашло теоретические и методологические средства для создания единой модели универсальной эволюции, выявления общих законов природы, связывающих в единое целое происхождение Вселенной, возникновение Солнечной системы и планеты Земля, возникновение жизни и, наконец, возникновение человека и общества. Такой моделью становится концепция глобального (универсального) эволюционизма, находящаяся в настоящее время в стадии становления. Эта концепция – общенаучный аналог философской концепции единого закономерного мирового процесса, попытка физикалистскими и математическими средствами описать развитие Вселенной как целостной, многоуровневой системы, создать формализованные модели ряда ключевых моментов эволюции (бифуркаций и катастроф), эволюционного компромисса как способа разрешения системных противоречий.

Основные тезисы глобального эволюционизма трактуют Вселенную в силу связи всех

ее составляющих как некую единую систему, развивающуюся в направлении повышения своей структурной организации. В глобальном эволюционизме вся история Вселенной – от момента Большого взрыва до становления вида *Homo sapiens* – предстает как единый процесс материальной эволюции, самоорганизации, саморазвития материи.

Важную роль в концепции универсального эволюционизма играет идея отбора. Новое трактуется как то, что возникает в результате отбора наиболее эффективных формообразований. Неэффективные же инновации отбраковываются историческим процессом; качественно новый уровень организации материи окончательно утверждается тогда, когда он оказывается способным впитать в себя предшествующий опыт исторического развития материи. Эта закономерность рассматривается как особенность не только биологической формы движения, но и всей эволюции материи. Принцип глобального эволюционизма требует не просто признания временного порядка образования уровней материи, а глубокого понимания внутренней логики развития Вселенной как целого. Интересно рассмотрение в глобальном эволюционизме места человечества в суперсистеме «Вселенная». Возникновение человечества (познающего субъекта) было возможным в силу того, что крупномасштабные свойства нашей Вселенной (ее структура) именно таковы, какими они являются; если бы они были иными, Вселенную просто было бы некому познавать. Глобальный эволюционизм указывает на глубокое внутреннее единство закономерностей эволюции Вселенной и предпосылок возникновения и эволюции органического мира вплоть до антропосоциогенеза. Существует некоторый тип универсальных системных связей, определяющих целостный характер существования и развития нашей Вселенной как определенного системно-организованного фрагмента бесконечно многообразной материальной природы. Понимание содержания таких универсальных связей является основанием для теоретического и мировоззренческого обоснования проектов будущей космической деятельности человеческой цивилизации.

С помощью человека Вселенная не только обретает способность познания, но и влияния на развитие для того, чтобы компенсировать или ослабить возможное влияние дестабилизирующих факторов. Причем на данном этапе развития Вселенной главным из них объявляется социум. Влияние человечества на окружающую среду возрастает неконтролируемым образом, вскоре она сделается непригодной для обитания.

Следовательно, ближайшая цель развития – обеспечение коэволюции человека и биосферы. Для ее достижения следует придерживаться определенного экологического императива, включающего требование избегать любых бифуркаций. Н. Н. Моисеев обращал внимание на то, что человечество пока находится внутри некоего «канала», берега которого ограничивают множество возможных вариантов дальнейшей эволюции. Пока человечество придерживается своего «канала» развития, возможно предвидение последствий своих действий, но если эволюция выйдет на пересечение ряда «каналов», в точку бифуркации, где выбор дальнейшего направления станет случайным обстоятельством, это станет невозможным. Поэтому появление все новых возможностей для разрушения берегов своего канала (окружающей среды) должно

сопровождаться осознанием необходимости оставаться в его рамках. Споры о месте человека в природе, границах и степени вмешательства человека в природные процессы сегодня приобретают непосредственное практическое значение. Необходимо, чтобы знание об этом сделалось достоянием не отдельных ученых или философов, а всех жителей планеты.

На первый взгляд такие рассуждения глобального эволюционизма выглядят как программа дегуманизации и даже физического самоустранения человека. С этих позиций следует говорить не о развитии, а о движении материи, предполагая в нем прогрессивные и регрессивные ветви, моменты равновесия, делая вывод о том, что наша Вселенная – плюралистична. На самом деле глобальный эволюционизм не только просто признает факт наличия низшего, регресса, а объективно понимает их место и значение в системе природы, без этого коэволюция как длительное совместное развитие биосферы, техногенной среды и самого человека остается только благим намерением.

Глобальный эволюционизм и концепция единого мирового развития от низшего к высшему могут стать теоретической (общенаучной и философской) базой коэволюции как практики. Практически избежать бифуркационных состояний и длительно сосуществовать с природой возможно на пути (в канале) сознательного усложнения системы «природа – человек». Условием такого сознательного усложнения систем выступает сложность искусственного, сравнимая со сложностью естественного или превышающая ее. Базой этой сложности является полнота содержания, которой при преобразовании должны обладать преобразованные человеком части физической, химической или биологической органической материи. Можно предположить, что будущее преобразование каждой из них должно состоять в создании новых вариантов или форм существования их основного содержания. Поскольку количество возможностей, «дремлющих в природе», практически неограниченно, дальнейший прогресс цивилизации, вероятно, должен быть сопряжен с обогащением форм материи искусственными образованиями, обладающими полнотой физического, химического, биологического содержания. Такими островами должны выступать технологии будущего в отличие от большинства современных технологий, не достигающих этой полноты и, следовательно, угрожающих при их распространении полноте естественной природы. С такой позиции всячески приветствуются такие технологии, как генная инженерия, нанотехнологии, которые искусственно создают объекты, сопоставимые по сложности с естественными по происхождению объектами, само существование которых можно рассматривать как обогащение природного мира новыми сложными образованиями. Таким новым типом технологии может быть названа, например, агроэкология, видящая главный путь развития сельского хозяйства в переходе к адаптивным агросистемам. Эти системы отличаются большим разнообразием видов (включая и те, что являются вредителями) и их симбиотических связей. Они являются способными к биологической самозащите и не требуют для своего поддержания огромных доз ядохимикатов, позволяют перейти в основном на органические удобрения и существенно понизить долю минеральных. Такие агросистемы позволяют обойтись без неумеренного орошения и глубокой механической обработки почвы. То

есть они позволяют отказаться от многого из того, что делает современное сельскохозяйственное производство несовместимым с сохранением естественной составляющей биосферы.

Создание такого типа «полных» систем не является самоцелью, современная разработка таких новых технологий сопровождается активным обсуждением их реальных и потенциальных рисков. Опасно провозглашать лозунгом такой деятельности «Сложность ради сложности», то есть сначала конструировать системы, а только потом определять производственные, этические и социальные возможности применения новых материалов, лекарств, пищевых продуктов.

Видимо, человечеству не удастся превзойти основную полноту содержания тех форм материи, которые составляют природу. На сегодняшний день лишение природных систем полноты, их обеднение в результате человеческой деятельности является главным моментом современного экологического кризиса. Дальнейшее развитие рассматривается в глобальном эволюционизме только при укреплении человечеством своего «канала» все новыми блоками, то есть при дальнейшем усложнении природы. Коэволюция в этом свете возможна только как совместное усложнение природного и социального.

В настоящее время идея глобального эволюционизма – это не только констатация существующего положения вещей. На практике он становится регулятивным принципом организации деятельности. С одной стороны, он дает представление о мире как о целостности, позволяет осмыслить общие законы бытия в их единстве, а с другой – ориентирует современное естествознание на выявление конкретных закономерностей глобальной эволюции материи на всех ее структурных уровнях, на всех этапах ее самоорганизации.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. «Поскольку расшифровка биологического кода – действительно революционизирующее событие, ее, быть может, уместно сравнить с другим событием, вызвавшим переворот в науке 100 лет назад, – с появлением дарвиновского происхождения видов. Примечательно, что интеллектуальный эффект этих двух революций оказался совершенно различным: рождение молекулярной биологии не вызвало ничего похожего на то «брожение умов», которым сопровождалось появление теории эволюции. Понять причину такого различия нетрудно. Возникновение молекулярной биологии скорее техническое достижение, нежели поворотный пункт в истории мысли», – писал М. Ичас [\[56\]](#). Почему создание концепции эволюции – «поворотный пункт в истории мысли»?

2. Ж. Моно отмечал, что у эволюционной теории имеется один любопытный аспект – каждый полагает, что он ее понимает. Можете ли вы сказать, что понимаете эволюционную концепцию? Как вы думаете, какие особенности эволюционной концепции дают возможность каждому считать, что он ее понимает?

3. Проанализируйте, каким образом, в дискуссиях по проблеме эволюции живого обсуждается соотношение необходимости и случайности в развитии природы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Укажите наиболее точное с точки зрения современной науки определение вида – это: А) совокупность особей, обладающих фенотипическим сходством; Б) совокупность свободно скрещивающихся особей; В) совокупность особей, приспособленных к определенным условиям жизни; Г) совокупность особей, занимающая в природе определенную географическую область.

2. Единицей эволюционного процесса, с современной точки зрения, является: А) особь; Б) популяция; В) мутация; Г) вид.

3. Естественный отбор, по Ч. Дарвину, – это: А) случайный отбор признаков в каждом организме; Б) сохранение и передача полезных признаков следующим поколениям; В) изменение организмов под влиянием внешней среды; Г) процесс избирательного уничтожения одних особей и преимущественного размножения других.

4. Искусственный отбор сходен с естественным отбором тем, что: А) всегда протекает под влиянием человеческой деятельности; Б) направлен на удовлетворение потребностей человека; В) материалом может служить изменчивость; Г) возник лишь с зарождением скотоводства и земледелия.

5. Какие из следующих примеров не являются примером естественного отбора: А) родословная испанского дога; Б) изменение окраски насекомых в результате промышленного загрязнения региона; В) устойчивость определенных бактерий к антибиотикам; Г) выживание мутанта вшей после обработки ДДТ.

6. Конкуренция между двумя популяциями разных видов сильнее, если: А) одна популяция более многочисленная, чем вторая; Б) два вида тесно связаны; В) экологические ниши этих видов перекрываются; Г) очень мало доступной пищи.

7. Определите, истинно ли указанное суждение: «Естественный отбор всегда ведет к повышению сложности организации тех или иных видов организмов»? А) суждение истинно; Б) суждение ложно.

8. Основной труд английского натуралиста Ч. Дарвина получил название: А) «Происхождение видов путем естественного отбора»; Б) «Философия зоологии»; В) «Теория эволюции»; Г) «Путешествие на корабле «Бигль».

9. Понятия «борьба за существование» и «естественный отбор» различаются тем, что: А) борьба за существование – это выживание наиболее приспособленных, а естественный отбор приводит к размножению выживших особей; Б) при естественном отборе происходит оценка приспособленности организмов к данной среде обитания, а борьба за существование – результат естественного отбора, то есть выживания

наиболее приспособленных; В) борьба за существование – это процесс взаимодействия организмов со средой, а естественный отбор – ее результат, то есть выживание наиболее приспособленных; Г) борьба за существование и естественный отбор – это синонимы, оба понятия обозначают выживание наиболее приспособленных.

10. Рука человека и крыло птицы имеют сходную структуру. Это объясняется тем, что: А) птицы произошли от млекопитающих; Б) птицы и млекопитающие имеют общих предков; В) млекопитающие хуже приспособлены к среде обитания; Г) птицы и млекопитающие хорошо приспособлены к полету.

ГЛАВА 8.

Природа и общество: естественно-научные аспекты экологической и демографической проблем

История человечества и история Земли – это, по словам Герцена, две главы одного романа, две фазы одного процесса. Но сегодня история Земли все более зависит от истории человечества, определяется ею и находится под угрозой закончиться.

Слово «экология» оказывает магическое, завораживающее действие на общество. Задачей науки, впервые названной Э. Геккелем экологией (от греч. oikos – жилище, местообитание) в работе «Всеобщая морфология» (1866 г.), является изучение закономерностей взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой. Известно, что на XX в. пришлось время оформления экологии в статусе самостоятельной науки, определения ее основных понятий и подходов. В 1913 г. выходит «Руководство по изучению экологии животных» Ч. Адамса, в 1914 г. – первое собрание Британского экологического общества, существующего и поныне [57]. С 1916 г. начинает свою деятельность Экологическое общество Америки, печатный орган которого журнал Ecology является ведущим в мире периодических изданий в области экологии.

Поистине решающими для формирования новой науки были 20–40-е гг. XX в., когда были предложены основные термины и понятия, сформулированы некоторые подходы. Базисным для экологии является почерпнутое из понятийного аппарата экологии животных и растений понятие «среда».

Экология опирается на несколько ключевых положений, значимость которых отмечалась еще В. И. Вернадским. Каждый организм рассматривается в экологии как объект, который может существовать только при условии постоянной тесной связи со средой, то есть с другими организмами и неживой природой. Указывается на то, что жизнь со всеми ее проявлениями произвела глубокие изменения на нашей планете. Совершенствуясь в процессе эволюции, живые организмы все шире распространялись на планете, стимулируя перераспределение энергии и веществ. Размеры популяции возрастают до тех пор, пока среда может выдерживать их дальнейшее увеличение, после чего достигается равновесие. Численность колеблется вблизи равновесного уровня.

Принцип равновесия играет в живой природе огромную роль. Равновесие существует между видами, и смещение его в одну сторону, скажем, уничтожение хищников, может привести к исчезновению и их жертв, так как последним будет не хватать пищи. Естественное равновесие существует и между организмом и окружающей его неживой средой. Великое множество равновесий поддерживает общее равновесие в природе. Равновесие в живой природе не статично, а динамично. Гомеостаз (от греч. hmis – подобный, одинаковый и stasis – неподвижное состояние) – механизм, посредством которого живой организм (сообщество) поддерживает параметры своей внутренней среды, противодействуя внешним воздействиям, на таком постоянном уровне, который

обеспечивает нормальную жизнь.

Механизм, ответственный за эволюцию живой природы, получил название гомеореза. Он дает возможность как бы перескакивать с одного устойчивого состояния на другое через неравновесные точки, тем самым проявляя такую отличительную особенность живых тел, как способность поддерживать устойчиво неравновесное состояние. По определению Э. Шредингера, «жизнь – это упорядоченное и закономерное поведение материи, основанное не только на одной тенденции переходить от упорядоченности к неупорядоченности, но частично на существовании упорядоченности, которая поддерживается все время» [58]. Средством, при помощи которого организм поддерживает себя постоянно на достаточно высоком уровне упорядоченности (то есть на достаточно низком уровне энтропии), является энергия, получаемая организмом из окружающей среды с продуктами питания.

В ХХI в. экология вступила весьма дифференцированной дисциплиной, само понятие «экология» получило весьма расширенную трактовку. В литературе используется понятие «общая экология» для обозначения задач по изучению закономерностей существования живых организмов во времени и пространстве, круговорота веществ и энергии с участием живого. В рамках общей экологии происходит изучение форм взаимодействия организмов между собой и с факторами среды: абиотическими (факторы неживой природы), биотическими (живые организмы растительной и животной природы, обитающие в среде) и антропогенными, возникающими в результате деятельности человека в среде. Выделяют аутоэкологию, которая исследует взаимодействие отдельных организмов и видов со средой, и синэкологию, которая изучает сообщества.

Следует отметить использование авторами различных оснований для классификации экологических дисциплин. В зависимости от изучаемых объектов выделяют экологию растений, животных, микроорганизмов и человека. Кроме того, достаточно четко, предметно оформившимися возможно назвать:

- экологию поведения (изучение поведенческих реакций организмов в разных экологических условиях – выбор брачного партнера, отношение к другим особям своего вида и другие формы поведения);
- экологию популяций (изучение частоты рождаемости и смертности в популяциях, динамики и особенностей регуляции численности в условиях различных средовых воздействий);
- экологию сообществ (изучение групп организмов разных видов, обитающих на определенной территории, факторов, определяющих видовое разнообразие и взаимодействие между видами в сообществах);
- экологию экологических систем (изучение организмов в экологических системах с акцентом на абиотические факторы, действующие в этих системах). Для работ экосистемного подхода чрезвычайно характерен высокий уровень эмпиризма, в

частности стремление дать всестороннее описание и количественные оценки изучаемых процессов. Выявленные при этом закономерности почти всегда выражаются как определенные количественные соотношения;

- экологию ландшафтов (изучение экологических закономерностей на различных ландшафтных территориях);
- статистическую экологию (изучение закономерностей распределения организмов).

Если бы теоретическая основа экологии ограничивалась только локальными концепциями, то она никогда бы не стала самостоятельной наукой. Экологи с самого начала пытались осознать предмет своей деятельности как некоторую целостность. Цель деятельности экологов не только в том, чтобы свести множество разнообразных фактов в строгую систему, а главное в том, чтобы объяснить и по возможности составить прогноз тех или иных явлений, найти некие общие закономерности, относящиеся к широкому кругу конкретных ситуаций. Еще раз отмечаем, что границы между локальными направлениями экологии весьма размыты, и выделение именно этих направлений разделяется не всеми признанными авторитетами экологической литературы. При этом не оспаривается принадлежность всех направлений экологии к биологическому знанию.

Однако в настоящее время в связи с научно-техническим прогрессом все чаще экология определяется через призму междисциплинарной методологии. Специфика современной экологии состоит в том, что она из строго биологической науки превращается в обширный пласт знания, соединив данные географии, геологии, химии, физики, социологии, культурологии, экономики. Значительный интерес для различных направлений экологии представляет генетика как основание мониторинга популяций, включая человеческие популяции. Для установления влияния экологических факторов на метаболизм живых организмов чрезвычайно востребованы данные биохимии. Для учета последствий воздействия факторов среды на регуляцию жизненных функций экологи обращаются к физиологии. Политизация экологических проблем выдвинула понятия «экоразвитие», «экополитика», «экологическая безопасность». Связь с экономикой определила появление гибридных эколого-экономических дисциплин – от политэкологии до конкретной экономики природопользования.

В современных условиях, когда весьма актуален весь комплекс вопросов глобалистской проблематики, моделирование глобальных процессов потепления, подтопления прибрежных территорий и прочих экологических перспектив не может быть осуществлено без привлечения обширного математического аппарата. Основные результаты глобального экологического моделирования имеют явно выраженный междисциплинарный характер. Эти результаты охватывают не только полный блок естественно-научного знания, но и имеют прямые следствия для построений в области социогуманитарного знания. Междисциплинарный характер имеют следующие основные выводы глобального экологического моделирования: технологический прогресс жизненно необходим, но необходимы и социальные, экономические и политические изменения; народонаселение и ресурсы не могут расти бесконечно;

емкость среды неизвестна, снижение роста потребления уменьшит вероятность превышения допустимого уровня; природа будущего глобального устройства мира не определена; сотрудничество цивилизаций при приближении к пределам в отношении ресурсов имеет большую ценность, чем конкуренция.

Академик Д. С. Лихачев ввел термин «экология культуры», указав как на предмет специального изучения на культурную среду обитания человека (культурные ландшафты, архитектура, музеи, парки, литература и т. д.), на ее формирование и пути воздействия на человека. Это воздействие затрагивает не только телесность человека, но и его личность. Для каждого народа или даже социального слоя материальный культурный мир специфичен, эту специфику изучает этноэкология, включающая в том числе и отношение этносов к природным ресурсам. Так экология обретает социальную окраску, становится основой движения под лозунгом самоценности планеты.

Таким образом, экологию можно было бы понимать как науку об отношении объектов любой природы с окружающей их средой, как науку об условиях существования этих объектов, или, говоря философским языком, об условиях бытия вещей.

Особенностью современной экологии является включение в ее предмет взаимодействий друг с другом и с окружающей средой надорганизменных систем различного иерархического уровня. Среди этих уровней важнейшие экологические взаимодействия порождаются в системе «природа – общество». Именно кризис этой системы вызвал экологический бум в 70-х гг. XX в., однако его надо отличать от развития экологии собственно как науки. Причины резко возросшей популярности экологии (слова, а не науки) начала эры природоохранного движения лежат вне науки и связаны с несколькими обстоятельствами. К концу 60-х – началу 70-х гг. XX в. в странах Западной Европы и Северной Америки был достигнут достаточно высокий и стабильный уровень жизни. В силу этого широкие слои их населения стали гораздо больше внимания уделять своему здоровью, а значит, и качеству той среды, в которой будут жить их дети. Шире стало распространяться мнение, что не нехватка ресурсов, а серьезное загрязнение среды станет в будущем тем фактором, который будет лимитировать существование человека. Благодаря усовершенствованию методов контроля удалось в масштабах Земли зафиксировать ряд тревожных изменений в состоянии биосферы (увеличение концентрации диоксида углерода, глобальное потепление). Экологический бум стал результатом не только крайне неблагоприятных для человека изменений в биосфере, но и в не меньшей степени результатом определенной реакции общественного сознания, которое начало иначе подходить к пониманию места человека в природе.

Экологическая проблема с точки зрения ее генезиса воспроизводит ступени развития противоречия между природой и обществом как развитие любого противоречия, переходя от единства, равновесия к дисгармонии и конфронтации. В основу периодизации взаимодействия между природой и обществом положен характер взаимоотношения общества с природой и формирующейся при этом социоприродной

сферой, а также факторы ее функционирования и развития. Исходя из этого всю историю экологических отношений обычно делят на три периода: биогенный (адаптационный, собирательский, присваивающий); техногенный (частично-преобразовательный); ноосферный (системно-преобразовательный).

Первый период принято называть собирательским, или присваивающим, название периода дано по типу сбора и присвоения готовых продуктов природы. По времени этот этап начался с появлением человека *Homo habilis* плюс время существования *Homo erectus* и первые 15–25 тыс. лет *Homo sapiens*. Важной особенностью отношения формирующегося человечества и природной среды была стихийно складывающаяся гармония между ними. При неразвитости форм труда, примитивности орудий, малочисленности самих людей определяющим фактором в социоприродной сфере оставалась биосфера. Возникновение и развитие биосферы, как это было показано В. И. Вернадским, детерминировано в основном живым веществом (биотой). Орудия труда были ориентированы не на преобразование, а на адаптацию, на более результативный поиск и добычу естественных биотических продуктов. Биотические законы определяли социоприродную сферу, следовательно, этот этап именуется не только присваивающим, но и адаптационным. Экологическая ниша человека начала расширяться с возникновением земледелия и скотоводства. Эти революционные изменения завершили этап животной жизни человека. С этого момента он стал активно вмешиваться в биогеохимические циклы: создание агроценозов, использование возобновляемых и невозобновляемых источников энергии.

С начала второго периода техника и человеческий труд становятся определяющим фактором, а роль ведущего фактора осуществляет человеческий разум. Первый этап данного периода получил название аграрный, поскольку в нем основную роль играл сельскохозяйственный труд и соответствующие орудия. На этом этапе положение общества по сравнению с биогенным периодом в целом упрочилось, но существенно вырос наносимый природе ущерб: пожары учащались, засолялись почвы, развивалась эрозия орошаемых земель. Второй этап связан с возникновением промышленного производства, с переходом к индустриальному этапу техногенного периода. Промышленность приобретала роль определяющего фактора не только в социально-экономическом, но и социально-экологическом аспекте. Отсюда и второе название этого периода – индустриальный. Он характеризуется широкомасштабным созданием искусственных веществ и предметов, которые природа сама по себе не формирует. В громадных количествах производятся побочные вещества, составляющие отходы производства. Создавая свою экологическую нишу, в природе человек видел неограниченный резервуар возможностей.

В экологическом плане сейчас человечество живет в условиях перехода от техногенного к ноосферному периоду, то есть в условиях неогенной революции (некоторые авторы именуют ее второй «научно-технической» или «экологической»). Новый этап в истории биосферы, когда определяющая роль в ее функционировании и развитии переходит от живого вещества к человечеству, а стихийное течение процессов уступает место сознательному управлению со стороны общества [\[59\]](#), получил название

ноосферы. Учение о ноосфере создано работами французского естествоиспытателя Тейяра де Шардена (1881–1955) и русского геофизика В. И. Вернадского (1863–1945).

В 20-е гг. XX в. В. И. Вернадского заинтересовала идея, рассматривающая феномен человечества с точки зрения глобальной эволюционной перспективы. Тейяр де Шарден мыслил в терминах отправного пункта эволюции, которая началась с появления элементарных частиц, привела к формированию молекул, клеток, многоклеточных организмов и типов и наконец социальных групп. Он полагал, что следующей эволюционно-критической точкой станет появление коллективного человеческого сознания, которое начнет контролировать направление будущей эволюции биосферы. Таким образом, переход к ноосфере является движением от биологической к психологической и духовной эволюции. Для Тейяра де Шардена ноосфера была последовательным шагом в направлении развертывания и усложнения универсума.

Вернадский принял такое понятие термина «ноосфера», помогающее объяснить следствия растущего вторжения человека в планетарные биогеохимические циклы. Для Вернадского преобразование биосферы путем вмешательства человека стало процессом неогенезиса. Он был убежден, что переход к ноосфере происходит под влиянием научных достижений, и нетерпеливо ждал, когда человечество, наконец, осознает это. Безопасный переход к ноосфере представляет величайший вызов, с которым встретилось человечество, – реконструкция биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого.

Двое ученых дали две возможные интерпретации понятию «ноосфера». В первом случае ноосфера представляется как тотальный образец мыслящих организмов и их активности. Ноосфера – планетарный слой сознания и духовности, который возникает из биосферных масс, обладающей жизнью субстанции. Для Вернадского ноосфера была прежде всего средой, в которой человечество сможет самореализоваться. Тейяровская концепция ноосферы пытается свести воедино материалистическую и идеалистическую интерпретации развития универсума. Вернадский же видит ноосферу как исторически неизбежную стадию в эволюционном развитии биосферы.

Не следует путать разворачивание экологической проблемы и развитие экологии как науки. К числу ведущих международных организаций, созданных специально для обсуждения и разрешения планетарных проблем, относят: а) Институт всемирного наблюдения «Независимая неприбыльная исследовательская организация»; б) независимые исследовательские группы при правительствах и международных организациях (типа ООН).

Характеризуя различные модели решения глобальных проблем, надо сказать, что при построении первых глобальных проектов моделировалось идеальное (в смысле решения глобальных проблем) общество, а не процесс создания условий, обязательных для преодоления общечеловеческих затруднений. Во второй половине XX в. стала заметна переориентация к социально-политическим и гуманистическо-антропологическим аспектам и сложился дифференцированный (региональный) подход к решению мировых проблем.

При рассмотрении перспектив дальнейшего развития отношений между социумом и природой наблюдается полярный характер выводов. Одни исследователи связывают преодоление кризиса с дальнейшим развитием науки и техники (представители концепции технократического оптимизма), другие не находят реальных путей урегулирования отношений, предвещая человечеству скорую гибель (представители концепции экологического пессимизма). Это различие во взглядах связано с различной оценкой роли глобальных проблем в мировом развитии. Пессимизм связан с рассмотрением этой проблемы в качестве беспрецедентного и единственного императива в эволюционном развитии цивилизации. Представители этого направления приписывают человечеству безусловную необходимость кардинальной трансформации. Оптимисты видят проблемы как временные затруднения, однопорядковые с теми, что уже были преодолены в истории.

Современная философия – это философия глобального мира. Каковы последствия процессов глобализации, в том числе с экологической точки зрения? Адекватная оценка современных мировых процессов невозможна без ответа на данный вопрос. Укажем на экологические следствия существенных последствий глобализации, происходящей в XX в.

В результате глобализации мировая экономическая система, состоящая из набора взаимозависимых стран, превращается в единый мировой рынок. Укажем на некоторые последствия, значимые для нашей темы: сложился мировой рынок сельскохозяйственной продукции, в результате чего происходит глобальная циркуляция большинства паразитов и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Продукты, произведенные в одной части мира, могут быть аллергенами для населения другой части мира. Мировое производство перемещается непосредственно к рынкам сбыта и факторам производства. В результате роста прямых иностранных инвестиций ускоряются процессы освоения новых месторождений природных ископаемых.

Происходит глобальное изменение рынка труда. Глобальные миграции населения обеспечивают глобальный характер эпидемий человека и домашних животных, глобальное распространение микроорганизмов, сорняков и других сопутствующих человеку организмов. Соответственно возникают дополнительные экологические ниши, в которых формируется сорная флора и фауна, подверженные весьма быстрой коэволюции с человеком и в особенности с близкими к ним культивируемыми видами. Сельскохозяйственная деятельность нередко является источником деградации окружающих биоценозов, усиливая эрозию, разрушая гнездовья и т. д. Сугубо человеческой является селекция декоративных форм растений, животных, которая влечет создание специальных отраслей экономики, что, с одной стороны, позволяет заполнить некоторые свободные экологические ниши, а с другой – порой является формой весьма расточительного использования экологических ресурсов.

Происходит глобальное преобразование биоценозов в результате создания поселений, строительства предприятий, разработки полезных ископаемых и т. д. Экологические последствия деятельности предприятий разнообразны, среди них – поглощение

кислорода, насыщение окружающей среды несвойственными природе формами, выбросы отходов, рассеивание тепла, выделяемого в процессе производства.

Глобализация усиливает неравномерности развития мировой экономики. Происходят рост и экспансия малого числа экономически развитых стран, полноценно участвующих в процессах глобализации. Согласно индексу наиболее глобализированных стран мира, разработанному крупнейшей консалтинговой компании А. Т. Kearney, в двадцатку наиболее глобализированных стран мира входят: Сингапур, Нидерланды, Швеция, Швейцария, Финляндия, Ирландия, Австрия, Великобритания, Норвегия, Канада, Дания, США, Италия, Германия, Португалия, Франция, Венгрия, Испания, Израиль, Малайзия. Индекс определяет степень глобализованности отдельно взятой страны посредством разложения этого процесса на отдельные составляющие, измеряющие уровень личных контактов, распространенность Интернета, степень экономической интеграции через внешнюю торговлю, инвестиции, финансовые потоки и другие факторы [60].

Посмотрим, как сказывается глобализация на окружающей среде, сопоставив «индекс глобализации с индексом окружающей среды, составленным Йельским центром законодательства и политики в области окружающей среды и Международным информационным центром наук об окружающей среде при Колумбийском университете». Индекс окружающей среды оценивает экологию на национальном уровне, измеряя качества воды и воздуха, парниковый эффект и защиту почв. Индекс включает как нынешнее состояние окружающей среды, так и тенденции изменения. Наиболее глобализированные страны имеют высокий рейтинг в индексе окружающей среды. Чем меньше уровень глобализации страны, тем хуже ситуация с экологией. 7 из 10 лидеров индекса глобализации попали в десятку индекса окружающей среды. Так, развитые страны мира активно занимаются природоохранной деятельностью на своей территории, перенося экологическую нагрузку на малоразвитые страны. При этом экологическая нагрузка, создаваемая даже европейским младенцем, в несколько раз больше, чем африканским. Это сопоставление позволяет оценить и то, насколько бережно правительства и частный сектор используют имеющиеся ресурсы и эффективно влияют на экосистемы в данной стране в целом.

Еще одно следствие глобализации проявляется в том, что появился ряд стран, которым удастся адаптироваться и достигнуть стремительного, но нестабильного роста. Большинство же стран оказываются неспособными участвовать в глобализации полноценно, подвержены маргинализации и разорению. Причиной такой неравномерности является складывающаяся система международного разделения труда и специализации. Развитые страны выступают поставщиками нематериальных ресурсов – информации, технологии, наукоемкой продукции и капитала. Развивающиеся страны являются поставщиками ограниченных материальных ресурсов – природного сырья, ресурсоемкой и энергоемкой продукции. В этой ситуации развитые страны обладают совершенным механизмом преумножения богатства: увеличение потребления их ресурсов на мировых рынках порождает в этих странах рост человеческого капитала, развитие науки и новых технологий. Капитал перемещается в страны и отрасли,

лидирующие по производительности труда и привлекательности условий. Страны в соответствии со своими конкурентными преимуществами специализируются на производстве отдельных товарных групп и выходят с ними на мировой рынок.

В условиях глобализации усиливается нестабильность мировой экономики. Основными причинами этого являются цикличность мирового экономического развития и стихийность мировой рыночной системы, а также нестабильность мировой финансовой системы. В условиях постоянного рыночного давления поддержка внутренней экономической стабильности для большинства стран оказывается крайне дорогостоящим делом, не говоря уже о политике в сфере экологии. Экологическая неравномерность и нестабильность оказываются связанными с экономической неравномерностью и нестабильностью.

В современных условиях меняются роли субъектов мировой экономики, в частности, государства: ограничиваются способности государств самостоятельно определять свою политику не только в экономической сфере, но и в сфере экологии. Развитые страны сохраняют способность осуществлять контроль как над внутренними экономическими процессами, так и над политикой международных организаций. В развивающихся странах государство объективно призвано играть важную роль в компенсировании более низкой конкурентоспособности своей экономики на микроуровне. В этой связи глобализация, которая снижает роль государств, отчасти снижает и конкурентоспособность национальной экономики. Это важнейшее противоречие глобализации сказывается на экологии.

Приведу пример из области, касающейся биологической безопасности. Государство должно быть готовым к противостоянию по «биологическому» сценарию (использование биологического оружия и биологических агентов как странами, так и отдельными террористическими группами и т. д.). «Противовооружение», направленное на борьбу с потенциальным биологическим оружием, крайне трудно создать. Ученый не может решать задачу, сформулированную как «поиск панацеи от всех известных возбудителей, а также их возможных генетических модификаций» или «создание методики диагностики несозданных возбудителей». Только эффективная организация противодействия может показать готовность государства справиться с новым орудием убийств. Что сегодня можно сделать для подготовки к этому возможному противодействию? Только поддерживать высокий уровень фундаментальных, не связанных с удовлетворением конкретных нужд исследований, спонсируемых государством. При общей тенденции к снижению роли государства человечество сталкивается с реальными угрозами распространения пандемий и опасности биотерроризма.

Изменение роли субъектов мировой экономики можно проиллюстрировать на следующем примере: распространение технологий генетически модифицированных продуктов (ГМП) спровоцировало появление новых социальных движений и придало более широкий размах традиционным экологическим движениям. Размах выступлений против производства ГМП на территориях конкретных стран заставляет правительства

вводить запретительные меры юридического характера против крупнейших представителей этого сегмента рынка. Субъектами мировой экономики становятся социальные движения, ориентированные на биоцентризм как основу мировоззрения.

Глобализация вызывает усиление интеграционных процессов на региональном уровне. Например, европейская интеграция продемонстрировала усиление тенденции регионализации. Для проведения экологической политики оказывается значимым правовое регулирование экологических проблем.

Сегодня серьезно изменяется характер конкуренции, она приобретает черты геоэкономической конкуренции. Борьба разворачивается и за внутренний рынок, и за долю на мировом рынке. Для развивающихся стран с ограниченными ресурсами, низким уровнем конкурентоспособности, экологическими ограничениями и для развитых стран разворачивается борьба за само право производства как основу существования и безопасности страны.

Увеличение культурного влияния отдельных групп стран и размывание культурной идентичности других стран – так же последствия процессов глобализации. Подвижность населения и распространение смешанных браков и внебрачных половых контактов практически исключают возможность существования географически изолированных популяций, так что можно говорить об известном уровне глобальной метисации нашего вида.

Включение человека и человечества в качестве предмета изучения не может не трансформировать экологию как науку из биологической дисциплины в социально-биологическое знание. На первое место среди экологических дисциплин выдвигается экология человека. Экологию человека с учетом естественно-научной предметной принадлежности экологии в целом возможно определить как науку о реакциях организма на факторы среды обитания, а также о формах и результатах воздействия самого человека на среду, в том числе предсказание последствий деятельности человека в биосфере.

В системе «природа – общество» формируются особого типа системы – антропоэкологические системы. Отличительная черта антропогенных экосистем состоит в том, что доминирующий экологический фактор в них представлен сообществом людей и продуктами его деятельности. От активности сообществ на занимаемой территории напрямую зависит уровень воздействия на окружающую среду, причем в таких системах обязательно искусственная среда преобладает над естественной. Общим результатом как социальных, так и биологических процессов в антропоэкологических системах является индивидуальная и групповая приспособленность человеческих сообществ к природным условиям и формам ведения хозяйственной деятельности. Это приспособление в отличие от приспособленности к среде популяций других организмов не сводится к морфофизиологической и поведенческой адаптации.

Развитие антропоэкологических систем весьма трудно предсказать в силу

разнообразия и взаимовлияния различных факторов. Причем формирование таких систем любой степени сложности имеет с экологической точки зрения и позитивные, и негативные стороны. Проиллюстрируем данный тезис, обратившись к развитию городов. В настоящее время доля городского населения неуклонно растет. За два века (XIX и XX) доля городского населения в мире выросла с 3 до 41%. Наиболее высокие темпы урбанизации отмечены в регионах, где доля городского населения пока относительно невелика. Доля городского населения в Азии в целом невелика и составляет 34%. Наименьший в мире показатель доли городского населения и одновременно наибольшие темпы его роста отмечены в последние десятилетия в Африке. Процессы урбанизации активны и в Московском регионе. В Московской области удельный вес городского населения составляет 80,2%. Из 34 городов только три отвечают оптимальной норме (не превышают 2500 чел./км²: Сходня, Бронницы, Ногинск) [\[61\]](#).

Концентрация производства, государственных, культурных, научных, образовательных учреждений создает благоприятные условия для производственной деятельности и быта людей – решаются проблемы оптимизации хозяйственной деятельности, трудоустройства, снабжения продовольствием, медицинского и бытового обслуживания. Однако одновременно наблюдается появление спектра других проблем (психологических, демографических, технологических, экологических, управленческих и проч.), среди которых особую остроту составляют экологические. Например, в городах климатические факторы действуют с большей интенсивностью, чем на прилегающих к городу территориях. Накопление каменными зданиями тепла, тепловые выбросы предприятий и транспорта приводят к тому, что средняя температура в черте городов выше, чем в пригородах. Продолжительность солнечного сияния в Москве в летние месяцы (51–57% от возможного) и в зимние месяцы (11–22% от возможного) много меньше, чем за пределами города из-за большей загрязненности воздуха [\[62\]](#). У жителей крупных городов развивается так называемый «световой голод», симптомами которого врачи считают повышенную утомляемость, снижение сопротивляемости инфекциям, ухудшение самочувствия и настроения. В мегаполисах разница температур в центре и на окраинах может составлять 6–7 градусов.

Обилие отходов разного рода ведет к необычному распределению в почве, воде, растительности химических элементов. Только в Московской области в реки и озера сбрасывается 4919,4 тыс. м³ промышленных и бытовых стоков. Из них 84,4% недостаточно очищены, а 3,2% не очищены вообще. Реки Подмосковья сильно загрязнены и относятся к IV–VI группе вод (очень грязных) [\[63\]](#). В подземных водах в районах Ногинска и Зеленограда отмечается высокое содержание лития. В районе Щелковского водохранилища подземные воды постоянно загрязняются метаном, повышено содержание железа, марганца, сульфата иона, в ряде скважин найден сероводород [\[64\]](#).

Многие города страдают от смога. Московская область является одним из самых

развитых индустриальных регионов – в области функционирует более 3000 промышленных предприятий различного профиля. Ежегодно в воздушную среду региона одновременно поступает до 500 видов загрязняющих веществ. Только в последние годы атмосферные выбросы несколько снизились.

Высокая плотность населения создает условия для распространения инфекционных заболеваний и одновременно является значимым стрессорным фактором. Стресс – реакция организма на резкое изменение условий окружающей среды – понятие, характеризующее, по мнению Г. Селье, скорость изнашивания человеческого организма. У человека стресс подразделяют на физиологический (болевое воздействие, холод, высокая температура) и психологический (вызванный сигналами опасности, переживаниями, обидами, необходимостью переработки больших объемов информации и решения сложных задач). У жителей крупных городов психологический стресс имеет пролонгированный (характеризуется чувством непрекращающейся тревоги), комбинированный (вызывается комбинацией многих стрессорных факторов) и комплексный (сочетает все виды стресса) характер.

Проблемы города как современной антропоэкологической системы не имеют явно выраженной национальной специфики. На рубеже XX–XXI вв. деятельность человека по многим направлениям приобрела глобальный характер. Глобализация человеческой деятельности привела к значительной интенсификации экологических взаимодействий, расширению негативных экологических последствий.

К основным направлениям деятельности человечества в биосфере относятся: производство пищи, производство энергии, транспорт, хозяйственная деятельность. Рассмотрим подробнее, как в настоящее время трансформировались экологические отношения в системе «природа – общество», выделив последствия изменений, произошедших в основных направлениях деятельности человека в биосфере.

Важное направление при производстве продуктов питания заключается в вырубке лесов и распахивании новых земель при истощении традиционных полевых угодий. Пахотные земли занимают 1,3 млрд гектаров (примерно 10% поверхности земли). На территории Московской области 38,9% всей земельной площади занимают сельскохозяйственные земли. На одного жителя области (без учета Москвы) приходится примерно 0,3 га сельскохозяйственных угодий, из них менее 0,2 га – пахотных земель [65]. Распашка земель на значительных площадях, особенно на месте вырубленного леса, приводит к нарушению водного режима, усилению эрозии почв, образованию оврагов. Выветривание почв опережает процессы образования почв, скорость которых слишком мала по сравнению с темпами ее уничтожения. Любые окультуренные агробиоценозы обеднены по видовому составу, а снижение разнообразия имеет прямым следствием снижение устойчивости биоценоза.

Помимо традиционных воздействий, связанных с изменением содержания агроценозов, обильным орошением и, как следствие, засолением почв, в XX в. появились новые возможности для ведения сельскохозяйственной деятельности.

Использование химических удобрений, некоторые из которых являются мутагенами, не только повышает эффективность сельскохозяйственной деятельности, но и приводит к проникновению их компонентов сначала в клетки растений и животных, а затем с пищей – в организм человека. Неиспользованные растениями удобрения с дождевыми или вешними водами выносятся в водоемы и меняют водные системы. Массовое уничтожение растительных ресурсов Земли, сокращение видового разнообразия продолжаются и поныне. Уничтожаются тропические леса на площади 16,8 млн гектаров, из-за неправильного использования земель ежегодно возникает около 6 млн гектаров пустынь.

Из экологически опасной среды в организм вместе с продуктами питания поступают пестициды, радионуклиды, нитраты, соли тяжелых металлов и проч. В Российской Федерации подлежит контролю содержание в продуктах питания 14 вредоносных химических элементов (контролируется содержание фтора, никеля, сурьмы, йода, хрома, алюминия, ртути, кадмия, свинца, мышьяка, стронция, меди, цинка, железа). Шесть последних из указанных в списке тяжелых металлов контролируются при международной торговле пищевыми продуктами.

Несмотря на то что масштабы производства пищевых ресурсов, а значит, и воздействия, с ними связанные, постоянно нарастают, периоды глобального и локального голода наблюдались на протяжении всей истории человечества.

Следует обратить внимание на то, что демографическая проблема по своему смыслу есть проблема социального расслоения населения планеты. В развивающихся странах на сегодня проживает 5/6 населения планеты и на них же приходится 96% его прогнозируемого прироста. Если на начало XX в. население, которое проживало в наиболее развитой к тому времени части мира, составляло 30%, то к концу столетия оно сократилось до 18%, а к середине XXI в. может составлять 11%. По прогнозам, в середине XXI столетия в Европе будет проживать 7% мирового населения, а в Африке – 22%. Удельный вес азиатского населения достиг на сегодня пика, а потому Азию и Африку, взятые вместе, в 2050 г. будут населять 80%, или 4/5 населения земного шара. В то же время средний доход на душу населения в США был в 40 раз выше, чем в беднейших государствах третьего мира, а в начале 2000 г. он превышал аналогичный показатель этой группы стран уже в 80 раз. Вопреки этому именно «азиатско-африканская экспансия» рассматривается как главная причина так называемой продовольственной проблемы. При этом не принято говорить, что 86% совокупного объема потребления приходится сейчас на 1/5 населения Земли, на остаток же, 4/5, – 14%. Часть же мирового дохода, которая находится в распоряжении наиболее бедной части человечества – 1,3 млрд людей, – составляет приблизительно 1,5%. Продовольственная проблема поэтому не сводится к обеспечению продуктами питания населения, а состоит в производстве, распределении, обмене и потреблении продовольствия в мире и отдельных странах, то есть является проблемой прежде всего политэкономической. Среди обеспеченных питанием часть населения страдает от переизбытка и ожирения. Ожирение является как следствием приема пищи в завышенных и биологически неоправданных нормах, так и результатом

несбалансированного питания тех групп населения, которые лишены доброкачественной и разнообразной пищи.

Так, в проекте Ханса Линнемана – исследовании, которое было осуществлено по заказу Римского клуба, делается вывод, что даже при достигнутом уровне развития производства Земля способна прокормить намного большее количество людей, чем это предполагалось футурологами. Но для этого нужно соблюдение одного условия – имеющаяся пища должна распределяться по справедливости, соответственно потребностям людей. Поскольку такой механизм распределения в мире рыночных отношений является утопией, исследователи прогнозируют увеличение в 2010 г. масштабов голода в три раза, что, в свою очередь, угрожает преобразованию продовольствия в своеобразное политическое оружие, с помощью которого можно оказывать давление на своих оппонентов. В настоящее время от голода в мире страдают приблизительно 800 млн человек. По опубликованным данным, 2/3 населения земного шара не получают доброкачественного питания, половина человечества ведет полуголодный или голодный образ жизни. Ежегодно в мире от голода умирает 10–30 тыс. человек. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека на протяжении 70 лет жизни необходимо 50 тонн продовольствия со значительной долей белкового содержания [\[66\]](#). Глобальный спрос на продукты в ближайшие 50 лет увеличится в три раза.

В последние годы использование пищевых добавок стало одним из условий массового производства традиционных и новых продуктов питания. Особого внимания заслуживают химические соединения, применяемые в качестве пищевых добавок. Современное массовое производство пищи немыслимо без разнообразных пищевых добавок: для улучшения товарного вида мяса, овощей и фруктов широко используются красители; консерванты, стабилизаторы и эмульгаторы обеспечивают сохранность продуктов питания в течение длительного времени при разных условиях хранения; усилители вкуса и запаха привлекают внимания потребителей; при разливе соков обязательно используются антифламинги для предотвращения образования пены; добавки предотвращают слеживание сахара, соли, муки и других сыпучих продуктов. Продукты питания с пищевыми добавками нельзя считать экологически чистыми. Значительная часть населения употребляет пищу с добавками, отдаленные последствия их употребления труднопредсказуемы.

Важное направление взаимодействий в системе «природа – общество» – производство энергии для нужд человечества. Основной способ обеспечения человечества энергией – сжигание энергоносителей. Процесс развития городов сопровождается интенсивным увеличением потребления тепла и электрэнергии. В результате сжигания в атмосфере уменьшается количество кислорода и увеличивается концентрация углекислого газа (при параллельном уничтожении лесов, основных «переработчиков» углекислого газа), способного вызвать таяние ледников. В результате глобального подтопления под водой могут оказаться некоторые территории процветающих ныне государств. Дальнейшее увеличение в воздухе двуокиси углерода может привести к существенным изменениям в климате. Существующие методы

сжигания топлива и масштабы его потребления обуславливают выброс в атмосферу значительного количества загрязнителей. При сжигании образуются вещества-загрязнители, которые широко распространяются в биосфере, пересекая границы стран и континентов. Сжигание угля, образование частиц золы, содержащих мутагенные и канцерогенные вещества (пирен, перилен и др.), создает угрозу накопления золошлаков в почве и грунтовых водах. Кроме того, канцерогены, вызывающие злокачественные новообразования, содержатся в выхлопных газах, сточных водах различного происхождения.

Традиционно к категории невозобновимых относят топливные и минеральные ресурсы, геологические сроки формирования месторождений которых существенно превышают сроки существования цивилизации. Однако отнесение водных, экологических и лесных ресурсов к категории возобновимых является сегодня достаточно проблематичным, поскольку реальные темпы их изъятия во многих случаях превышают сроки возобновления. Лишь климатические, гидроэнергетические и аграрные ресурсы могут однозначно рассматриваться как возобновимые, поскольку для сложившейся технологии их использования характерна практически полная циклическая возобновимость.

Комплексная оценка остроты проблем исчерпания природных ресурсов основана на сопоставлении интенсивности использования и потенциальных запасов. В качестве критериев неблагополучия для группы невозобновимых ресурсов выступают высокие объемы добычи при низких запасах. Для возобновимых ресурсов таким критерием является низкий уровень производства продукции при высоком потенциале его ежегодного прироста. Интегральный индекс конструировался с использованием той же совокупности весовых коэффициентов, что и при интегральной оценке ресурсного потенциала.

Уже не одно десятилетие обсуждаются такие вечные источники энергии, как энергия Солнца и ветра, морских приливов, энергия термальных вод. Из этого списка наиболее приближены к практическим нуждам первые два. К примеру, солнечная энергия, получаемая нашей планетой, грандиозна, но она рассеяна по большим площадям и ее поступление циклично, поэтому нужно создать специальные установки по ее концентрированию, хранению и передаче к местам потребления. К несомненным плюсам солнечной энергии относится ее экологичность. Сегодня мы можем указать на одну из важнейших областей практического применения энергии Солнца: спутники и пилотируемые космические корабли без солнечных батарей просто немыслимы. В этом случае энергия, получаемая от ближайшей к нам звезды, Солнца, по своей малости ничтожна, можно сказать, просто нулевая, но польза и от этой малости огромна – неведомые глубины Вселенной проще исследовать, выйдя за пределы земной атмосферы.

Кроме солнечной энергии топливно-энергетический кризис заставляет обратиться к исследованию возможностей использования водных ресурсов малых рек, морских волн, геотермальных вод и гейзеров, энергии ветра. Первоначально системы

электроснабжения, использующие энергию ветра и Солнца, предназначались для приморских и высокогорных поселков и домов, условий пустыни, фермерских хозяйств, экспедиций – в общем, условий такого типа, при которых строительство стационарной системы электроснабжения было бы значительно дороже, чем создание автономной системы электроснабжения. При этом определяющее значение имело наличие в этой местности устойчивых ветров. Ныне спектр условий, в которых возможна эксплуатация систем, основанных на возобновляемых источниках энергии, существенно расширен.

Роль транспортных артерий для жизнедеятельности современного человечества трудно переоценить. Глобализация, развитие экономики напрямую связаны с развитием всех видов транспорта для перевозки людей и грузов. Все возрастающие темпы и масштабы прокладки дорог и коммуникаций связаны с изменением экологических систем. Ослабевают водо- и воздухообмен почв, заболевают растения в лесополосах, на жизнедеятельности людей сказывается шумовое воздействие транспорта. Основным загрязнителем является железнодорожный транспорт: загрязненной нефтепродуктами, мусором и стоками считается зона вдоль дорог шириной до 20 метров. Автомобильный транспорт загрязняет примыкающие к автомобильным трассам почвы, они заражены свинцом, цинком, сурьмой. Загрязняют атмосферу и неизбежные аварии при транспортировке. Например, в результате катастроф в океан ежедневно (среднестатистически) выливается 12 тыс. баррелей сырой нефти, что приводит к гибели обитателей океана [\[67\]](#).

Эксплуатация земных ресурсов через добычу цветных металлов, железных руд, горючих материалов ведет не только к истощению природных богатств, но и к загрязнению среды отходами. Разработка месторождений на больших площадях связана с прямым нарушением режима функционирования природных экосистем, разрушением мест обитания животных, ухудшением или ликвидацией кормовой базы, уничтожением животных с целью защиты посевов. Обратно в естественную среду возвращается огромная масса отходов промышленного и бытового характера. В промышленно развитых странах ежедневно в пересчете на 1 человека выбрасывается 3 кг домашнего, строительного мусора. Америка дает миру 45% вредных выбросов и более 70% мусора. Только города выбрасывают в год в окружающую среду до 3 млн тонн отходов, свыше 500 км³ жидких стоков и 1 млрд тонн различных аэрозолей [\[68\]](#).

Мутагенными являются многие пестициды, свинец, окись азота, радиоактивные вещества. Опасность веществ этого класса заключается в том, что под их воздействием болезнетворные организмы – вирусы, грибы, бактерии – могут давать формы с повышенными патогенными свойствами, к которым у человека нет иммунитета. Производство промышленных материалов и химический синтез сопровождаются запылением атмосферы (например, цементная пыль содержит окислы кальция и магния).

За время существования человечества в природную среду было введено около миллиона новых веществ (всего известно свыше 6 млн химических соединений). Ежегодно в мире синтезируется приблизительно 250 тыс. новых химических

соединений, многие из которых получают широкое применение и могут поступать в окружающую среду. В практике используется 500 тыс. химических соединений, из них, по оценке международных экологических организаций, около 40 тыс. обладают вредными для человека свойствами, а 12 тыс. являются токсичными.

Химический синтез сопровождается бесконтрольным выбросом в среду побочных продуктов химии, часть которых обладает мутагенными, канцерогенными свойствами. Некоторые химические соединения в обычных условиях безвредны, но, попав в организм, они гидролизуются и превращаются в мутагены. Опасными загрязнителями стали полимерные материалы, искусственно созданные человеком и не имеющие аналогов в живой природе. Их разложение затруднительно из-за отсутствия естественных редуцентов.

К сожалению, и в настоящее время приходится указывать и на такую область человеческой деятельности, как военная. Локальные конфликты не затухают, причем в последнее время при ведении военных действий применяется все более разрушительное оружие. Четкие представления о последствиях ядерной войны являются мощным фактором активизации антивоенных движений.

Рассмотренные выше изменения в ключевых направлениях деятельности человечества заставили ученых пересмотреть характеристику современного состояния экологических взаимодействий в системе «природа – общество». В конце XX в. напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой фиксировалось понятием «экологический кризис». Под экологическим кризисом понималось экологическое неблагополучие, характеризующееся устойчивым, отрицательным для изменения окружающей среды характером и представляющее угрозу для здоровья людей. Это неблагополучие трактовалось как обусловленное несоответствием размеров производственно-хозяйственной деятельности человека ресурсно-экологическим возможностям биосферы. Экологический кризис объяснялся не столько усилением воздействия человека на природу, сколько увеличением влияния измененной человеком среды на общественное развитие.

В последние десятилетия человечество все чаще сталкивается с локальными и глобальными экологическими катастрофами – глубокими необратимыми изменениями окружающей среды, имеющими следствием существенное ухудшение здоровья населения. Эти аномалии нередко возникают в результате прямого или косвенного воздействия человеческой деятельности на природные процессы и ведут к остро неблагоприятным последствиям [\[69\]](#). Достижению целей улучшения управления природными ресурсами и снижения экологической опасности призвано способствовать экологическое образование и воспитание, к рассмотрению которых мы далее обратимся.

Воздействие общества на окружающую среду прямо пропорционально численности человечества и уровню его жизни и ослабляется с повышением уровня экологического сознания населения. Все три фактора равнозначны. Дискуссии о том, сколько людей

смогут или не смогут выжить на Земле, лишены смысла, если не принимать во внимание стиль жизни и уровень человеческого сознания. Остановимся на одном компоненте – численности населения.

С древних исторических эпох до начала прошлого века численность мирового населения колебалась около нескольких сотен миллионов человек, то медленно возрастая, то снижаясь из-за эпидемий и волн голода. Подсчитано, что к 8000 г. до н. э. (времени сельскохозяйственной революции на Ближнем Востоке) на земле жило около 5 млн человек. Далее, вплоть до расцвета римского владычества, рост населения был медленным. К рубежу новой эры численность человечества, увеличиваясь со скоростью менее 0,1% в год, добралась примерно до 300 млн человек. Затем численность неоднократно снижалась из-за эпидемий чумы. Так, в XIV в. «черная смерть» унесла жизни не менее 75 млн человек. В результате к 1650 г. население всего земного шара выросло до 500 млн человек. Однако благодаря развитию сельского хозяйства и санитарии к 1850 г. оно удвоилось и достигло 1 млрд человек. Но в XVIII–XIX вв. ситуация значительно изменилась. Население перешло от медленного роста, перемежающегося спадами, к взрывообразному увеличению численности. В середине 1950-х гг. народонаселение Земли превысило 2 млрд, и такой рост продолжается, составляя примерно 90 млн человек (рождаемость минус смертность) в год. Однако в течение двух последних десятилетий процентные темпы прироста численности населения начали снижаться. К 2005 г. в результате взрывного роста показатель приблизился к 6,4 млрд человек. Несмотря на это, абсолютная численность населения будет расти быстрее, чем раньше. Таким образом, если не произойдет резких перемен, такой характер увеличения популяции, скорее всего, сохранится и в XXI в.

На основе этих данных [\[70\]](#) можно заключить, что за всю историю родилось чуть более 106 млрд человек. Живущие в 2002 г. составили лишь 6% от этого количества. В настоящее время, по данным ООН, на Земле живет 6,5 млрд человек.

Что ждет в будущем? В последнее время численность населения росла примерно на 1,2% в год – медленнее, чем пиковые 2%, отмечавшиеся в 1960-х гг. К 2050 г. население мира достигнет от 7,3 до 10,7 млрд человек. ООН предвидит, что население Земли стабилизируется на отметке 10 млрд.

При рассмотрении естественно-научных аспектов проблемы народонаселения важно представить себе широту спектра демографических проблем. Демография занимается изучением особенностей взаимодействия биологического и социального в воспроизводстве народонаселения, культурной и этической детерминации демографических процессов. Демограф интересуется взаимодействием индивидуального и всеобщего в демографическом процессе, социально-психологическая обусловленность воспроизводства. В рамках данной науки происходит определение структурных составляющих демографического процесса, оптимальной демографической структуры населения с точки зрения перспектив социально-экономического развития, отслеживаются изменения в половозрастной структуре населения и возникающие в связи с этим проблемы и т. д.

Известно, что все биологические виды обладают высоким биотическим (от греч. *biot* – совокупность всех организмов биосистемы) потенциалом для стремительного увеличения численности при благоприятных условиях среды. В таком случае график роста популяции (группы особей одного вида, свободно скрещивающихся друг с другом) имеет вид экспоненты; и говорят, что происходит популяционный взрыв.

В естественных условиях подобное явление наблюдается крайне редко, так как вероятность того, что все условия существования данного вида живого окажутся благоприятными, очень низка. Среди факторов, определяющих численность популяций, выделяют биотические (уровень рождаемости, способность вида к захвату новых территорий, наличие надежных защитных механизмов, присутствие хищников и паразитов, способность вида выдерживать неблагоприятные условия) и абиотические (погодные условия, подходящие места обитания, наличие водных и пищевых ресурсов). Обычно один или несколько абиотических и (или) биотических факторов становятся лимитирующими численность популяции. Сочетание таких «ограничителей» называют сопротивлением среды. Для любого биологического вида можно сформулировать следующий принцип изменения численности популяций: изменение популяции есть результат нарушения равновесия между ее биотическим потенциалом и сопротивлением окружающей среды. Причем равновесие следует трактовать динамически, то есть как непрерывно регулирующееся равновесие при изменяющихся условиях. Указанные общебиологические закономерности могут быть применены к истории человечества лишь на период до XIX в. Демографический взрыв в этот период был вызван резким снижением смертности детей, не достигших половой зрелости, чему предшествовало открытие микробиологической природы инфекционных заболеваний и, как следствие – разработка эффективных мер профилактики и лечения. Именно детская смертность (пререпродуктивная смерть – смерть человека до появления детей) оказывает направленное влияние на численность населения. Несчастные случаи и стихийные бедствия, уносящие жизни взрослых, имеющих детей людей (пострепродуктивная смерть), вопреки высказываемым иногда предположениям не контролируют численность населения, хотя, безусловно, имеют социально-экономические последствия.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение экологии как науки. Отличается ли современная трактовка экологической проблемы от первоначального значения термина «экология»? Проанализируйте причины экологического бума конца XX в.

2. «Создание ноосферы из биосферы есть природное явление, более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история. Оно потребует появления человечества как единого целого. Это его неизбежная предпосылка», – писал В. И. Вернадский [\[71\]](#). Что понимал Вернадский под ноосферой? Что он имел в виду, когда писал о требовании появления человека как единого целого? Возможен ли переход к ноосфере, по вашему мнению?

3. Один из основателей Римского клуба А. Печчеи считал, что настало время отказаться от «религии прогресса и слепой веры во всемогущество механики». Необходимо, по его мнению, обратиться к Востоку, поскольку «метафизические культуры Азии многому могут научить материалистическую западную цивилизацию» [72]. Насколько реальна перспектива решения экологических проблем, предложенная А. Печчеи?

4. Охарактеризуйте роль современных естественно-научных знаний в развитии системы «природа – общество». При каких условиях могут сочетаться современная цивилизация и естественная природная среда? Благодаря каким преобразованиям возможно сохранение природных ресурсов? Приведите примеры.

5. Опишите экологические и демографические последствия глобализации.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Воздействие на природу непосредственными телесными силами человека было характерно для следующего этапа взаимодействия природы и общества: А) биогенного; Б) техногенного; В) ноосферного; Г) аграрного.

2. Вся деятельность человека, приводящая к изменению природы как среды обитания всех живых организмов, а также непосредственно угрожающая жизни природы, относится к: А) экологическим факторам; Б) абиотическим факторам; В) биотическим факторам; Г) антропогенным факторам.

3. Исчерпаемыми природными ресурсами являются: А) возобновляемые природные ресурсы; Б) невозобновляемые природные ресурсы; В) солнечный свет; Г) солнечное тепло.

4. Основной геологической силой, создающей ноосферу, является рост научного знания, писал: А) В. И. Вернадский; Б) К. Э. Циолковский; В) П. А. Флоренский; Г) Н. О. Лосский.

5. Понятие «ноосфера» в дословном переводе означает: А) сфера разума; Б) сфера культуры; В) сфера рационального; Г) сфера науки.

6. При ухудшении экологических параметров биосферы в первую очередь пострадают: А) наиболее древние формы жизни; Б) наиболее молодые формы жизни; В) обитатели морей; Г) все живое в равной степени.

7. Термин «экология» возник: А) в начале XX в.; Б) в середине XX в.; В) в начале XIX в.; Г) в середине XIX в.

8. Учение о ландшафте разработано: А) Берманом в Германии; Б) Бергом в России; В) Бергсоном во Франции; Г) Берком в Англии.

9. Экологию лучше всего определить как: А) удаление больных и поврежденных животных и растений из среды обитания; Б) изучение взаимосвязей между организмами, а также между организмами и окружающей средой; В) частые случаи нарушения биологического порядка в среде, окружающей организм; Г) полное отсутствие связей между различными организмами и окружающей их средой.

10. Электростанция может работать на угле, природном газе или атомной энергии. Какой из видов топлива способствует созданию парникового эффекта: А) только уголь и природный газ; Б) только уголь; В) уголь, природный газ и атомная энергия; В) только природный газ.

ГЛАВА 9.

Концепция происхождения человека

Происхождение человека – проблема старая, но не ставшая от этого менее сложной и актуальной. «Происходить» в переводе буквально означает «нисходить», «спускаться». Уже в римском праве было принято помещать прародителей сверху родословной и рисовать генеалогическое древо сверху вниз. По мнению некоторых авторов, выражение «происхождение человека» возможно связано с тем, что в древности люди вели свое происхождение от богов.

Наука, обращаясь к проблеме происхождения человека, встречается с существующими в культуре и сознании людей препятствиями к познанию человеком самого себя. У всех народов существуют представления о благородстве своих предков, представители многих народов готовы отстаивать и доказывать благородство пращуров самыми разными способами. Под напором научных аргументов происхождение человека от животных в современной культуре не отрицается, но вопрос о степени родства часто находится под запретом, люди нередко склонны отрицать родство с животными, ведя происхождение от какого-либо божества или, как теперь достаточно модно считать, от пришельцев.

В марте 2009 г. опрос ВЦИОМ показал: доля россиян, придерживающихся эволюционной теории происхождения, снизилась на 5% по сравнению с 2006 г. – до 19%. В то, что человека создал Бог, верят 23%, 37% считают, что наука пока не в состоянии дать ответ на вопрос, от кого произошел человек, 3% верят, что людей «заселили» из космоса инопланетяне, 8% оказались равнодушны к своему происхождению. Из верящих в эволюцию, как правило, лица с высшим образованием, 12% с начальным или неполным средним образованием – 66%, 22% тех, у кого высшее или неполное высшее образование. Креационистов больше всего среди малообразованных. Как и прежде, 20% россиян выступают за исключение теории Дарвина из школьных учебников, доля противников этого требования снизилась с 65 до 52%. Чем более старшего возраста были опрошенные, тем больше среди них сторонников исключения теории эволюции из школьной программы. Число людей, выступающих за преподавание в школе обеих версий, снизилось с 63 до 58% [\[73\]](#).

Возможно, что объяснение таких данных следует искать в сильной эмоциональной антипатии, возникающей при мысли о том, что человек появляется подобно другим биологическим видам по природным законам, до сих пор в поведении подчиняясь законам естественной причинности. Многие люди испытывают чувство несвободы, размышляя о всеобщей причинной предопределенности природных явлений. Человек имеет потребность в свободе, стремится обрести независимость от законов природы, предпочитает, чтобы его действия объяснялись как вызванные высокими целями, а не биологическими потребностями. Даже название нашего вида – *Homo sapiens* [\[74\]](#), то есть Человек разумный, можно рассматривать как ориентирующееся на осознание исключительности человека. Утверждение «человек – вершина эволюции» достаточно

распространено, оно уже превратилось в речевой штамп и обычно не вызывает сомнений.

Однако по ряду параметров мы, как представители биологического вида, сильно уступаем представителям животного мира. Это проявляется в сильной уязвимости к воздействию различных физических и химических факторов среды, в слабой устойчивости к действию различных патогенов, в низкой плодовитости, в относительно короткой продолжительности полноценной жизни. В отличие от других животных нашему зрению доступен малый участок электромагнитного спектра, наше обоняние дифференцирует малую долю запахов. Человечество страдает от многочисленных наследственных патологий, болезней сердечно-сосудистой системы, злокачественных заболеваний, иммунодефицита и травматизма. Человечество подвержено разнообразным вирусным инфекциям, обременено пороками, сопровождающими человека всю историю цивилизации (алкоголизм, наркомания, преступность и т. д.). Гомер утверждал: «Меж возможных существ, которые дышат и ходят по нашей земле, человек наиболее жалок».

Существует достаточно простое средство примирить человечество с фактом, что оно возникло по природным законам, но в процессе развития обрело специфичные цели и механизмы социального развития, преодолевая биологические ограничения вида. Необходимо показать, в том числе средствами науки, что Вселенная, возникшая естественным путем, прекрасна, как прекрасны и законы, царящие в ней.

В мифологической традиции представления о происхождении человека разнообразны: вечность существования, появление одновременно с богами, создание человека богами, демиургами, появление человека в результате «оживотворения» природных объектов и т. д. Общеизвестны библейские представления о творении человека: создатель человека – Бог, тело человека сотворено из красной глины [75], человеку дана боговдохновенная душа, выделяющая человека среди других творений. «И создал Господь Бог человека из праха земного, и вдыхнул в лице его дыхание жизни, и стал человек душою живою» [76]. Первородный грех в библейской традиции наряду с двойственностью природы человека объясняет всю сложность и противоречивость бытия человека.

Попытки решить проблему происхождения человека без поиска сверхъестественных причин вылились в концепции гомункулуса: «Возьми известную человеческую жидкость и оставь гнить ее сперва в запечатанной тыкве, потом в лошадином желудке сорок дней, пока не начнет жить, двигаться и копошиться, что легко заметить. То, что получилось, еще несколько не похоже на человека, оно прозрачно и без тела. Но если потом ежедневно, втайне и осторожно, с благоразумием питать его человеческой кровью и сохранять в продолжение сорока седмиц в постоянной и равномерной теплоте лошадиного желудка, то произойдет настоящий живой ребенок, имеющий все члены, как дитя, родившееся от женщины, но только весьма маленького роста» [77].

Всемирная история мысли при попытках отделить человека и общество от мира

животных предлагала следующие критерии отделения: разум, сознание, двуногость, свободная рука, создание орудий, лицевой угол, вес и объем мозга и еще масса критериев. Множество определений направлено на то, чтобы зафиксировать отличия человека от мира животных, например: «человек – существо, которое погребает, животные не хоронят своих сородичей и не приносят цветы на их могилы», «только у человека существует тяга ласкать животных и брать на себя заботу о чужом потомстве», «животным несвойственно брать на себя заботу о потомках через поколение, забота о внуках – исключительно прерогатива человека».

Однако большинство критериев оспоримы. Двуноги птицы и кенгуру, известна философская притча о Платоне и Диогене, которые поспорили о том, что такое человек. Платон дал определение человеку – «двуногое без перьев», Диоген ощипал петуха, предъявил его в качестве примера, соответствующего данному определению, после чего Платон добавил к определению «...и имеющее широкие ногти». Аристотель видел главную черту, анатомически отличающую человека от животного, в том, что у человека две ноги, он полагал, что обезьяна стоит на полпути к человеку. Гегель подчеркивал значение руки: «Рука есть тот великий орган, которым не обладает животное, и то, что я охватываю ими, может само стать средством, которым я хватаю дальше». Р. Декарт, Т. Гоббс, Гегель в качестве признаков человека указывали на разум, сознание, членораздельную речь, Гельвеций считал, что человек – это животное, обладающее особой внешней организацией, руками и пользующееся орудиями и оружием. Д. Юм указывал, что человек – это разумное животное, обладающее технической сноровкой и способностью создавать искусственную среду. Многие животные используют ветки, камни, владельцы собак знают, что их четвероногие друзья разумны и высоконравственны. Ни вес мозга, ни квадратичный показатель непригодны, так как у китообразных вес мозга больше человеческого, а квадратичный показатель выше у некоторых обезьян. Что касается уникальности забот бабушек и дедушек о внуках, то в каменном веке продолжительность жизни составляла 25 лет, а в Средние века немногим превышала эту цифру, в памятнике восточной литературы XII в. высказывается удивление, что Вис и Рамин «жили так долго, что видели детей своих детей».

Именно эта проблема – проблема грани между последним животным и первым человеком – наиболее обсуждаемая. Современные антропологи, решая ее, считают, что многие человеческие особенности есть резкое усиление не каких-то совершенно новых черт (у человека есть и такие, но их мало – свободная рука, прямохождение, сложный мозг, в литературе эти признаки получили название «гоминидной триады»). Человеческие способности есть усиление черт, характерных и для типичного наземного позвоночного, и для типичного млекопитающего, и для типичного примата. Иначе говоря, антропологи так определяют место *Homo sapiens* в иерархии живого:

Место вида Homo sapiens в системе живого

Тип	Хордовые	В эмбриональном развитии хорда; жаберные щели в полости глотки; нервная трубка на спинной стороне; двусторонняя симметрия тела
-----	----------	--

Подтип	Позвоночные	Позвоночный столб; сердце на брюшной стороне тела; две пары свободных конечностей; формирование черепа и челюстного аппарата; 5 отделов головного мозга
Класс	Млекопитающие	Теплокровность; развитие молочных желез; наличие волос на поверхности тела; потовые и сальные железы кожи; наличие диафрагмы; 5 отделов позвоночника; 4-камерное сердце
Подкласс	Плацентарные	Развитие детеныша внутри матки и питание его через плаценту
Отряд	Приматы	Расположение глаз в одной плоскости (объемное зрение); конечность хватательного типа (один палец противопоставлен четырем); ногти; одна пара сосков; хорошо развитые ключицы; рождение обычно одного детеныша; замена молочных зубов
Подотряд	Высшие приматы	Развитые лобные доли головного мозга; плоские ногти; редукция хвостового отдела позвоночника; наличие аппендикса; 4 основные группы крови; развитие мимической мускулатуры; слабо развитая обонятельная зона; большое число извилин коры больших полушарий
Семейство	<i>Номо</i>	Люди (вымершие австралопитек, питекантроп, синантроп, неандерталец)
Вид	<i>Номо sapiens</i>	Прямохождение; мощная мускулатура нижних конечностей; сводчатая стопа; подвижная кисть руки; позвоночник с 4 изгибами; широкий таз, расположенный под углом 60° к горизонта ли; крупные кости мозгового и мелкие лицевого черепа; плечевой сустав, обеспечивающий движение до 180°; ограниченная плодовитость (вид с самой медленной сменой поколений); плоская грудная к летка; большой палец нижних конечностей приблизился к остальным и принял на себя функцию опоры

Ближайшие родственники человека в мире живого – человекообразные обезьяны – обладают самым большим головным мозгом, являются самыми крупными из приматов, а крупные человекообразные сопоставимы по размерам с человеком. Существует 4 вида человекообразных обезьян (перечисляются в порядке возрастания веса): гиббоны, шимпанзе, орангутанги, гориллы. Они болеют многими инфекционными заболеваниями, присущими человеку (туберкулез, брюшной тиф, детский паралич, дизентерия). У шимпанзе встречается болезнь Дауна, возникновение которой, как и у человека, связано с присутствием в кареотипе животного третьей хромосомы из 21 пары. О биохимическом сходстве крови человека и антропоидов свидетельствует общность групп крови. У шимпанзе имеется группа крови 1 и 2, то есть «нулевая» и А, у гориллы – А и Б, у орангутанга А, Б и АБ. У людей встречаются группы крови: 1, или ноль, 2, или А, 3, или Б, 4 или, АБ. Г. Фриденталь проводил успешные опыты по переливанию человеческой крови в кровеносную систему шимпанзе. Ж. Труазье производил успешные переливания крови от разных шимпанзе группы 2 (А) людям с той же группой. Согласно результатам молекулярной гибридизации ДНК количество сходных нуклеотидных последовательностей в ДНК у человека и шимпанзе составило 91%, у человека и гиббона – 76%, у человека и макаки резуса – 66%. При синтезе двойной гибридной спирали ДНК шимпанзе и человека несовмещение цепочек проявляется только в одном случае из 100. В последовательности аминокислот гемоглобина у человека и шимпанзе различий нет, у человека и гориллы имеются только два отличия. То есть близкое родство в современной науке не оспаривается, обсуждается только степень родства человека и шимпанзе.

Происхождение и эволюция человека, становление *Номо sapiens* как вида в процессе формирования общества определяется как антропосоциогенез. Первые представители семейства гоминид (семейство приматов, куда входит человек и его непосредственные

предки, в частности человек умелый и прямоходящий) появились около 15 млн. лет назад.

Процесс антропосоциогенеза в середине XX в. трактовался в рамках стадияльной концепции – представления о последовательности эволюционных стадий, ведущих к современному человеку.

Предками гоминид считались рамапитеки, обитавшие в Афроевразии примерно от 14 до 10 (8) млн. лет назад. Первая обезьяна такого типа найдена в 1932 г. в Северной Индии Дж. Льюисом. В рамках этого подхода австралопитековые – первые прямоходящие существа – ранние представители семейства гоминид. Австралопитек (южная обезьяна) получил название от профессора Йоханнесбургского университета Р. Дартха, который в 1924 г. изучал череп ребенка австралопитека. Исследовав свыше 7000 костей, Дартх пришел к выводу, что австралопитеки изготавливали многочисленные орудия из костей животных или просто пользовались необработанными костями как орудиями. В настоящее время известны целые скелеты, несколько десятков черепов, костей конечностей, таза и тысячи зубов австралопитековых. Сложилось четкое представление об облике австралопитековых: они имели прямую походку, пользовались орудиями, питались мясной пищей.

Наиболее примитивные представители этого рода – афарские австралопитеки, названные так по месту находки в Афарском Треугольнике в Эфиопии. Масса взрослых особей не превышала 30 кг, мозг был немного больше, чем у шимпанзе, и, вероятно, еще не мог управлять речью. Лицо было подобно облику человекообразных обезьян, с низким лбом, надглазничным валиком, плоским носом, срезанным подбородком, но выступающими вперед челюстями с массивными коренными зубами. Именно в этих существах большинство исследователей видят общих предков рода *Ното*, а также поздних австралопитеков – грацильных (массивных). Последних чаще относят к боковой ветви эволюции, которая отделилась 2–3 млн. лет тому назад от магистрального ствола рода *Ното* во время возникновения первого человека *Ното habilis*. «Австралопитек могучий был такого же роста, как многие европейские женщины – 1,6 метра, но весил меньше, чем большинство из них – около 50 кг. По сравнению с африканусом у него был более крупный и плоский череп, вмещавший более крупный мозг – около 550 см³, и более широкое лицо. К высокому черепному гребню были прикреплены мощные мышцы, приводившие в движение массивные челюсти... При этом коренные зубы у большинства известных нам экземпляров обычно сильно изношены, несмотря на то, что они были покрыты толстым слоем прочной эмали. Это может свидетельствовать о том, что животные питались твердой, жесткой пищей, в частности зернами злаков». [78]

«...Наиболее вероятно, что природная среда, в которой обитали австралопитеки, была засушливее, чем теперь... Переход от жизни в лесу к жизни в саваннах повлек за собой изменения характера питания. Первоначальное употребление исключительно растительной пищи сменилось всеядностью, причем мясо приобретало всевозрастающее значение... В условиях саванн значительно возросшие источники

получения животного белка наряду с нерегулярным потреблением фруктов должны были всячески содействовать характерной для ранних гоминид склонности к охоте. Другая вероятная причина особого значения животной пищи могла заключаться в необходимости пополнения сокращающихся растительных ресурсов природной среды, которая становилась все более засушливой» [\[79\]](#).

Род *Homo* обычно ведут либо непосредственно от афарского австралопитека, либо от австралопитека грацильного. Некоторые авторитетные исследователи уже считают преемственность между этим древнейшим видом австралопитека и родом *Homo* доказанным фактом [\[80\]](#).

Homo habilis – первый представитель рода *Homo*, «первый достоверный человек» (Эндрюс П.). Ранние представители рода *Homo* по своим морфофизиологическим параметрам несомненно должны были пройти эволюционную стадию, аналогичную *Homo habilis*. Однако попытки идентифицировать конкретные находки с теоретически предсказуемым исходным таксоном оказались непростыми. «*Homo habilis* представлял собой двуногое существо ростом 120–140 см... Кисть руки была приспособлена к силовому захвату большой мощности; об этом свидетельствовали широкие ногтевые фаланги и массивные трубчатые кости кисти» [\[81\]](#). Однако вопрос о реальности выделенного вида *Homo habilis* не решен до конца. Ряд исследователей высказывают сомнения в отнесении основных находок к единому виду, поскольку выявлена большая разница в длине тела скелетных останков гипотетических хабилисов, вариации в размерах мозга и т. д.

«У *Homo* сравнительно более крупный мозг, чем у австралопитека, таким образом, мозговая коробка была больше, а лицо меньше и менее выдвинуто вперед, коренные зубы были сравнительно меньше, но резцы крупнее, и зубной ряд имел открытую форму, похожую на латинскую букву U. Руки были короче по сравнению с ногами, а форма тазовых костей позволяла как ходить на двух ногах, так и рожать детей с крупными головами... Ростом *Homo habilis* был не выше 1,5 м. Его лицо имело еще архаичную форму с надглазничными валиками, плоским носом и выступающими вперед челюстями. Но голова человека умелого стала более округлой формы, чем у австралопитеков; мозг стал крупнее, хотя и составлял всего лишь половину нашего. Выпуклость внутри тонкостенного черепа говорит о наличии у них центров Брока – центра речи, но гортань, возможно, еще не была способна производить столько же звуков, сколько наша гортань» [\[82\]](#).

В современной науке вопрос о сущности перехода от гоминид к человеку обсуждается в антропологической литературе как дискуссионный. Диапазон оценок времени *Homo habilis*, дивергенции (отделения гоминидной ветви от общего ствола эволюции) весьма велик: от 2,7 млн до 8 млн. лет. Чаще всего встречаются датировки порядка 5–6 млн. лет. При датировке особенно поздние даты называют генетики. При противоречии генетических данных палеонтологическим материалам возникают альтернативные теории, кардинально пересматривающие теорию эволюции гоминид. Например,

предполагается, что не двуногие формы произошли от четвероногих, а, наоборот, человекообразные обезьяны, предки шимпанзе и гориллы, были потомками двуногих, прямоходящих гоминид. Наиболее адекватной датировкой момента разделения ветви гоминид и антропоидов, согласующейся со всеми существующими данными, представляется период между 6 и 8 млн. лет до современности.

Несколько фактов заставили поставить под сомнение казавшуюся ранее стройной и хорошо обоснованной стадиальную теорию происхождения человека. Ископаемые останки свидетельствуют о большом временном разрыве между появлением характеристик, считающихся истинно человеческими: прямохождение возникло раньше начала изготовления орудий и коллективной охоты, а сложноорганизованный мозг – много позже всех остальных признаков. Специальные черты морфологической организации, переход от использования орудий, начало формирования мышления, воли, языка относятся к периоду жизни такого предка человека, как кроманьонец, ко времени примерно 30–40 тыс. лет назад. Многие находки были передатированы с помощью новейших методов, при этом оказалось, что ископаемые гоминидные формы далеко не так жестко, как считалось ранее, коррелируются с формами орудий труда и образом жизни.

Еще одним фактором отказа от стадиальной концепции стали обозначившиеся противоречия по поводу азиатского и африканского центров гоминизации. Место появления человека выясняется ныне в споре между сторонниками африканской и азиатской гипотез. На данный момент более обоснована африканская гипотеза (обильные и разнообразные находки, более развернутое обоснование преемственности среди всего многообразия форм гоминид). Именно в Африке прослеживается переход от гоминид типа афарского австралопитека к *Homo habilis* и далее к *Homo erectus*. В споре между приверженцами африканской и азиатской гипотез большое значение имеет древность первых сформировавшихся в полной мере представителей рода *Homo* – *Homo erectus*. В 1983 г. в Кении был найден «африканский питекантроп» – 12-летний *Homo erectus*, древность которого равняется 1,6 млн. лет. Древнейший азиатский представитель, ранее относящийся к периоду 1,9 млн. лет, по более точной датировке имеет возраст в пределах 1,3–0,1 млн. лет. В последнее время появились некоторые дополнительные данные о реальности древнейшей волны миграции человеческих популяций из Африки на восток в нижнем палеолите. В результате миграций возникло представление о двух центрах эволюции рода *Homo* – западном и восточном.

Однако на многие вопросы ответы не найдены до сих пор. Если *Homo erectus* как вид был предком современного человека и эволюционных ветвей *Homo erectus*, по крайней мере, две, то какая из них (или обе вместе) привела к *Homo sapiens*? Этот вопрос тесно связан с давним, поныне не прекращающимся спором между так называемыми моноцентристами (*replacement, migrationists*) и полицентристами (*evolutionists, multiregional evolution*), то есть сторонниками гипотез возникновения современных рас человека из единого центра эволюции древних гоминид либо из разных, независимых центров. По мнению ортодоксальных полицентристов, современные расы имели общих предков на уровне неандертальца или же *Homo erectus*. Моноцентристы же утверждают,

что все ныне живущие расы имели общего прародителя 100–200 тыс. лет назад и их дивергенция происходила позже этого времени. Генетики-моноцентристы сходятся на том, что первой выделилась линия африканских негроидов (максимум 92 тыс. лет назад). Начало цивилизации не было неизбежным, но не было и случайным. Она возникла там, где были подходящие условия: умеренно мягкий климат, плодородные речные долины, растения, удобные для выращивания, животные, пригодные для одомашнивания, высокая плотность населения. Она не возникла на севере, где все силы уходили на физическое выживание, и не на юге, где обилие флоры и фауны делали сельское хозяйство ненужным. Современное человечество – это единый политипический вид рода *Homo*.

Представители подвида *Homo sapiens sapiens*, к которому принадлежит все современное человечество, появляются в Европе примерно 35–40 тыс. лет назад. Прежде в науке эти даты фигурировали как время возникновения современного подвида человека. В этот период в Европе повсеместно возникает искусство, религиозные верования, происходит становление родоплеменного строя, возрастает миграционная активность. В чем причина столь огромных изменений? Мутация, приведшая к формированию нового подвида, или вторжение человека современного типа откуда-то извне?

Антропологи констатируют существование в Европе в тот период трех вариантов ископаемых людей: неандертальцев, людей современного анатомического типа и промежуточных форм. Низкий и гладкий череп неандертальца по объему был равен современному, с выпуклыми боковыми стенками, с отчетливой выпуклостью на затылке, называемой «шиньоном». Туловище неандерталец имел широкое, кости конечностей тонкие, пальцы короткие по сравнению с ладонью. Рост около 1,7 м, масса около 70 кг. Они хоронили умерших, доживали до престарелого возраста и болели болезнями современных пожилых людей, например артритом. К началу второй половины XX в. ученые раскопали 68 захоронений, главным образом в Европе, где было найдено более 150 тел. Вероятно, неандертальцы знали, как разводить огонь, высекая искры из кусков колчедана и применяя в качестве трута сухие грибы – трутовики, они умели изготавливать каменные, костяные и деревянные орудия, носили одежду, так как жили во время ледникового периода. Очевидно, для изготовления одежды «пользовались каменными ножами для раскройки меховых шкур, прокалывали дырочки в шкурах каменным или костяным шилом и сшивали шкуры сухожилиями» [\[83\]](#).

Неясно, кто был предком и потомком неандертальцев. Неандертальцы в основном европейская форма ископаемого человека. В Европе неандертальский человек произошел, скорее всего, от более древней популяции гоминид, проникшей из Африки через Гибралтар. Аргументы в пользу гипотезы африканского происхождения неандертальца предлагает одонтология, изучающая строение зубов. Но встречаются и признаки, маркирующие особенности восточного центра эволюции человека, что может быть следствием волны миграции через Переднюю Азию. В целом одонтологические данные свидетельствуют о метисном генофонде европейских

неандертальцев.

С середины XX в. антропологи высказывали сомнения относительно того, был ли неандерталец предком современного человека. Ныне большинство ученых отрицают роль неандертальца в формировании современного человека. Имеется компромиссная точка зрения: какая-то часть неандертальцев внесла свой вклад в генофонд *Homo sapiens sapiens*, в то время как другие неандертальские популяции (классические европейские формы) были тупиковыми и не приняли участия в более поздних этапах сапиенизации. Французская исследовательница Д. Ферембах считает, что в Передней Азии неандертальцы могли дать начало людям современного типа, но в Европе и Северной Африке *Homo sapiens sapiens* произошел непосредственно от прогрессивных *Homo erectus*, минуя неандертальскую стадию. В целом о неандертальцах говорят скорее не как о необходимой эволюционной фазе, а как об отдельной самостоятельной ветви развития в пределах вида *Homo sapiens*.

Несколько тысячелетий неандертальцы существовали на одних территориях с кроманьонцами. «Кроманьонцы были выше ростом и менее грубо сложены, чем неандертальцы, их кости были тоньше, чем у *Homo erectus*. По сравнению с неандертальцами голова у кроманьонцев была относительно высокая, укороченная в направлении лицо-затылок, а черепная коробка была более округлая и содержала несколько меньший мозг, средний объем которого составлял 1400 см³. Имелись и другие новые характерные особенности: голова посажена прямо, лицевая часть прямая и не выступает вперед, надглазничные валики отсутствуют или развиты слабо, нос и челюсти сравнительно невелики, зубы сидят теснее, подбородочный выступ хорошо развит» [\[84\]](#). Кроманьонец расширил набор каменных орудий, научился делать ожерелья, глиняные фигуры, освоил гравировку на кости. Жили кроманьонцы в пещерах по 25–30 человек (из них 5–7 особей мужского пола), охотились на охраняемой территории, ограниченной возможностями пеших переходов.

За время совместного сосуществования неандертальцы и кроманьонцы либо претерпели эволюционную трансформацию в пределах региона, либо подверглись процессу метисации. В пользу гипотезы метисации говорит стремительность событий. В период 31–36 тысячелетий до наших дней (время очень незначительное с точки зрения эволюции) в сравнительно небольшом регионе, на территории нынешней Германии и Франции, присутствовали все три упомянутые формы. Для трансформации такого времени явно недостаточно. Кроме того, при практически полном отсутствии в Европе останков человека современного типа древностью более 40 тыс. лет наука располагает фактами о значительной древности внеевропейского *Homo sapiens*. Так, при изучении методом электронно-спинового резонанса черепа Кафзех-6 (Израиль), имеющего современный морфологический облик, его возраст оказался равен 115 тыс. лет.

Это еще не означает, что прародиной человечества современного подвида была Азия. Все больше данных свидетельствует о том, что следы первого человека ведут в Африку. Древность найденного в Танзании черепа Летоли-18 оказалась равной 120 тыс. лет при достаточно сложившемся современном комплексе черт. Свыше 100 тыс. лет

насчитывают многие африканские стоянки *Homo sapiens sapiens*. Процесс сапиенизации в анатомическом смысле завершился в Африке на несколько десятков тысячелетий раньше, чем в Европе.

Итак, современная гипотеза происхождения человека такова: современный человек возник в Африке, южнее Сахары, более 100 тыс. лет назад, мигрировал в Переднюю Азию, а оттуда в Европу (35–40 тыс. лет назад), где ассимилировал местных неандертальцев. В течение, по крайней мере, 50 тыс. лет сосуществовали два разных подвида *Homo sapiens*, причем каждый сохранял достаточно хорошо выраженный облик. Сосуществование разных таксонов рода *Homo* – факт, открытый сравнительно недавно, он находится в противоречии с прежней стадиальной теорией, исходившей из постулата «одного вида», то есть существование одного вида гоминид в каждый период. Далее, после длительного сосуществования двух подвидов гоминид, примерно 40 тыс. лет назад массы популяций *Homo sapiens sapiens* пришли в движение. Вероятно, имел место демографический взрыв, увеличение плотности населения и резкий прогресс в области материальной и духовной культуры.

Генетика доказала, что скорости эволюции молекул достаточно постоянны. Возникло представление о «молекулярных часах»: генетическое расстояние между видами пропорционально времени, прошедшему с момента отделения видов от общего предка. Чем выше скорость накопления мутаций в ДНК, тем меньшие отрезки времени эволюции видов могут быть определены при помощи «молекулярных часов». Быстрее всего накапливаются мутации в митохондриальной ДНК, которая используется в качестве «молекулярных часов» для человека. Митохондрии содержат кольцевую молекулу ДНК, состоящую из 16 500 пар оснований, – это совсем немного по сравнению с ДНК хромосом, находящихся в ядре клетки и состоящих из десятков и сотен миллионов пар оснований. Эта митохондриальная ДНК содержит «всего» около двадцати генов, меньше процента всей генетической информации человека. При оплодотворении митохондриальная ДНК (мтДНК) сперматозоида не попадает в яйцеклетку, так что и мужчины, и женщины получают мтДНК только от матери.

Разделение человека и шимпанзе по этим часам произошло 4 млн. лет назад. В принципе эволюция всех типов мтДНК может быть прослежена в глубину веков, к единой праматери – «митохондриальной Еве». Американский исследователь А. Уилсон совместно с коллегами из Калифорнийского университета предложил гипотезу «Африканской Евы»: все современное человечество произошло от одной женщины, жившей в Африке, южнее Сахары, примерно 100–200 тыс. лет назад. Данный вывод базируется на анализе мирового распределения типов митохондриальной ДНК.

Последние десять лет биологи занимаются активными поисками наших генетических предков на основе изучения митохондриальной ДНК и Y-хромосомы. Реконструируя историю этих двух носителей наследственной информации, ученые пробуют выявить генетических предков современного человечества. Проиллюстрируем это утверждение расчетами Александра Нейфаха, которые он опубликовал в журнале «Знание – сила»: «Так как соотношение мальчиков и девочек у человека практически равное, то при

большом числе семей у двадцати пяти процентов должны были родиться два мальчика, у других двадцати пяти две девочки и у пятидесяти – мальчик и девочка. Это означает, что у четверти семей, где были одни мальчики, женская линия прерывалась и навсегда исчезал тот клон мтДНК, который имелся в этой семье у матери, то есть бесследно терялась та уникальная последовательность нуклеотидов, которой она отличалась от других мтДНК. У остальных трех четвертей семей, где родилась и выросла хотя бы одна девочка, их индивидуальный клон мтДНК сохранялся, а в семьях, где выросло две или больше девочек, число его носителей соответственно увеличивалось. Итак, из пятидесяти тысяч индивидуальных клонов мтДНК уже в первом поколении потеряется одна четверть, и клоны будут продолжать теряться с каждым новым поколением. Но только в среднем. В действительности же в одних семьях, где уже в первом поколении были одни мальчики, он теряется сразу, в других же, где девочки рождаются и оставляют потомство тоже девочек, он может сохраняться очень и очень долго. Элементарная статистика предсказывает, что чем больше поколений пройдет, тем меньше вероятность того, что хоть в некоторых семьях сохранится та исходная мтДНК, с которой начинался данный клон. Вероятность сохранения исходного клона мтДНК в первом поколении равна трем четвертям, то есть 0,75, а через сорок поколений – 0,00001 (здесь мы пока не учитываем семьи, где родились две девочки). Таким образом, через сорок – пятьдесят поколений исходные клоны мтДНК должны были бы, казалось, исчезнуть все до одного. Однако это не так. Ведь все это время количество женщин в популяции остается постоянным и чью-то мтДНК они содержат. Чья же у них мтДНК? Вспомним о тех семьях, где родилось две или больше девочек. Их-то мтДНК и будет занимать место исчезнувших клонов. Эти клоны мтДНК будут сохраняться и передаваться дальше. Их доля в популяции будет расти, и полное исчезновение таких клонов будет происходить значительно медленнее. Так или иначе, но должен наступить момент, когда в популяции исчезнут все исходные клоны мтДНК, кроме одного, который и будет содержаться в митохондриях всех женщин. Этот единственный клон будет тем, который был у какой-то одной женщины из той популяции, с которой мы и начали наши расчеты. Именно ее и следует считать той «митохондриальной Евой» – прародительницей всех женщин и мужчин. Митохондрии этого клона не должны обладать каким-то преимуществом. «Победивший» клон – результат простой игры случайности, по которой при равных шансах кто-то непременно в конце концов должен выиграть».

То, что древнюю обладательницу «победившего клона мтДНК» называли Евой, создало некоторые трудности для понимания сути открытия. Из данных анализа мтДНК вовсе не следует, что 190 тыс. лет назад на Земле жила всего лишь одна-единственная женщина. «Ева» не была единственной женщиной в это время и не отличалась от своих современниц по способности к размножению. Просто мтДНК ее современниц были утрачены. По независимым оценкам нескольких групп генетиков, размер популяции, к которой принадлежала «Африканская Ева», составлял в то время около 10–30 тыс. человек.

Подобный ход рассуждений относится и к исследованию Y-хромосомы. Через несколько тысяч поколений сохранится популяция, у которой все мужчины будут иметь

только один клон Y-ДНК. Тот мужчина, у которого в свое время была Y-хромосома, вытеснившая все остальные клоны, был назван Адамом для всей популяции современных людей.

Конечно, наши генетические предки, названные Адамом и Евой, могут называться так только формально – слишком мало генетической информации мы получили от них. Однако сравнивая мтДНК у представителей различных популяций, можно получить сведения о том, как часто происходят мутации того или иного гена, а, предполагая одинаковый темп таких изменений, можно сравнивать человеческие популяции или даже ДНК отдельных людей и судить об общности их происхождения или родственных связях.

В работах по изучению распространения человека с течением времени по Земле американский генетик Алан Уилсон изучил мтДНК людей различного происхождения – африканцев, европейцев, азиатов, австралийцев и жителей Новой Гвинеи. По количеству различий в нуклеотидной последовательности мтДНК он определил степень родства различных групп людей и построил родословное древо человечества. Самая ранняя точка ветвления на этом древе отделяет группу африканцев от остальных людей – по современным данным, это произошло 137 ± 15 тыс. лет назад.

Были определены различия между последовательностями мтДНК людей и шимпанзе. По известной дате отделения ветви шимпанзе (5 млн. лет назад) было вычислено время первого разделения групп предков ныне живущих людей, которое произошло 180–190 тыс. лет назад. Это дата наиболее древней мутации в мтДНК, которую генетики могут распознать.

В современных исследованиях по проблеме происхождения человека велика роль междисциплинарных исследований. Например, на пересечении проблем генетики, географии, эволюции и истории формируется новая научная область – геногеография. Ген способен воспроизводиться в неограниченном числе поколений, передаваясь от человека к человеку, от народа к народу, распространяясь по странам и континентам, вместе со своими носителями претерпевая многочисленные изменения в структуре и численности. История человеческих генов открывается исследователю в ходе трудоемких лабораторных экспериментов, к которым добавляются трудности массового определения разнообразных генов в различных территориальных и этнических группах населения. Накопленный обширный материал по генетике народонаселения дает возможность увидеть не только картины изменчивости отдельных этнических групп, но и процессы, происходившие в генофонде. Генофонд народонаселения как пространство генов является содержательным информационным полем: оно несет информацию о всех событиях, которые оказались значимыми в рамках исторического процесса.

В процессе своей эволюции под воздействием ряда процессов популяции стремятся генетически обособиться от других, приобрести свою генетическую индивидуальность. Однако надо заметить, что человек как биологический вид еще эволюционно молод и ни одна его популяция не имела запаса времени, чтобы полностью обособиться от

других, учитывая противодействующие этому общественные процессы, толкающие популяции к взаимодействию, а тем самым и к обмену генами и, как следствие этого – к приобретению общих генетических черт.

Генофонд хранит в себе следы всех когда-либо проходивших в нем процессов. Так, например, известно, что в Западной Европе преобладает ген А системы АВО групп крови человека, а в Южной и Восточной Азии ген А и ген В представлены приблизительно одинаково – по 20%. Но многие ли знают, что это вызвано историческими событиями – длившимися многие века в Европе эпидемиями оспы (против которой группа с геном А более устойчива) и чумы в Азии (против чумы более устойчива группа с геном В). В эпоху Великого переселения народов перемещение множества людей центрально-азиатского и южно-сибирского происхождения привело к широкому переносу генов из азиатского генофонда в генофонд населения Европы. Последствия этих миграционных процессов древности до сих пор запечатлены в сегодняшней географии распространения генов в Европе. Вот один лишь пример тех давних событий: известные факты резус-несовместимости матери и плода, конфликта генетической природы. Доминантный ген резус-системы, по всей вероятности, так широко распространился в Европе именно благодаря вторжению пришельцев из Азии, где население почти однородно по этому гену. В то же время у басков, осколков древнейшего населения Европы, наблюдается почти полная однородность по рецессивному гену резус-системы.

В рамках геногеографии создаются специальные карты, их основой служит картина географического распространения отдельного признака, частота которого в популяции может быть выражена численно. Для построения обобщенной карты используется вся совокупность карт отдельных признаков (обычно 100–200 отдельных признаков), и для них вычисляется общее направление изменения частот генов или их вариантов. Результатом такого анализа является ряд карт, где первая карта показывает общее для большинства карт направление изменения признака (первая главная компонента), то есть след некоего фактора, оказавшего наибольшее влияние на формирование наблюдаемой картины, вторая – след второго фактора и так далее. Сами факторы по условию анализа неизвестны. Что может влиять на частоты генов? Один из наиболее мощных факторов изменения распределения частот признаков – миграции. Другие факторы – смешение этносов, воздействие природной среды и т. д. Природа воздействует на человека через его устойчивость к заболеваниям. Одни болезни характерны для одних природных зон и условий, другие – для других. Живя в этих зонах, человек приспосабливается к их условиям, вырабатывает защитные механизмы. При изменении условий наиболее приспособленные к бывшим условиям люди вымрут, а из тех, кто был не в достаточной мере приспособлен к бывшим условиям, природа отберет тех, кто лучше приспособлен к новым, ведь недостаточная приспособленность к существующим условиям означает лучшую приспособленность к другим. Поэтому природная зональность по оси «юг – север» отражена в генофонде как результат постоянно текущего процесса приспособляемости.

Геногеография в дальнейшем, безусловно, сможет увеличить свой вклад в знание и

понимание различных исторических обстоятельств и фрагментов этнической истории.

Принципиальное отличие нового качества, полученного в ходе антропосоциогенеза, на основе которого оно возникло, – качественно иной тип взаимоотношений особи с окружающей средой, основанный на систематическом производстве орудий труда искусственными средствами их обработки. Для этого действия только биологических закономерностей (факторов биологической эволюции): мутационного процесса, популяционных волн, дрейфа генов, изоляции и естественного отбора – недостаточно. Происхождение человека – уникальное явление, при котором осуществляется переход от биологических к социальным закономерностям. Социальные факторы антропогенеза (трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь и мышление) приобрели важное значение в эволюции человека. Социальная эволюция человека сложилась на фундаменте биологической эволюции. Это означает, что возникновение социальной формы движения материи не отменяет действия биологических законов, а лишь изменяет их проявление (например, естественный отбор потерял ведущую роль как фактор видообразования, выполняя стабилизирующую функцию; теряет свое значение изоляция за счет активной миграции и устранения национальных и расовых предрассудков; в настоящее время численность человечества не подвержена значительным колебаниям, то есть действие популяционных волн сказывается только в малонаселенных регионах). Биологическая эволюция человека ныне не выступает как процесс изменения генофонда отдельных популяций, она носит социально опосредованный характер.

Продолжается ли эволюция нашего вида в настоящее время?

Исследователь Стив Джонс из Университетского колледжа Лондона настаивает на том, что эволюция человека в значительной мере прекратилась. В 2002 г. во время своего выступления на дискуссии на тему «Эволюция закончена?» в Королевском обществе Эдинбурга он сказал, что для нашего биологического вида ситуация перестала улучшаться или ухудшаться. «Если хотите знать, как выглядит Утопия, то посмотрите вокруг – она перед вами». Джонс указал на то, что, по крайней мере, в развитых странах у каждого есть шанс дожить до репродуктивного возраста, все обладают равными возможностями иметь детей. В решении вопросов жизни и смерти значимым фактором сегодня является не генетическая наследственность, а культура.

Другая точка зрения связана с утверждением о том, что эволюционные перемены продолжаются. Существует группа фактов, позволяющих утверждать, что биологическая эволюция человека продолжается: сохраняются некоторые формы естественного отбора; происходит историческое изменение психофизических функций; углубляется дифференциация на группы по биологическим параметрам; возрастает роль эмоциональных, волевых и других психологических факторов. Более того, эволюционные изменения связывают со снижением способности к выживанию. В качестве примера указывают на увеличение числа людей, страдающих от дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). Причиной может быть эволюция: женщины с подобным синдромом с меньшей вероятностью обучаются в вузах, поэтому имеют

тенденцию быть более многодетными, чем здоровые матери. Некоторые исследователи возражают против попыток связать данный синдром исключительно с наследственностью.

Наиболее интересная проблема антропосоциогенеза – эволюция мозга. Когда в результате восстановления черепов ископаемых высших приматов и гоминид было выявлено заметное различие в объемах мозга по сравнению с мозгом современного человека, родилась идея чисто количественной грани между обезьяной и человеком: предположили, что все ископаемые, имевшие объем мозга менее $750\text{--}800\text{ см}^3$ – обезьяны, а перешедшие через этот барьер – люди. Однако оказалось, что на заключительных этапах антропосоциогенеза определенную роль играет не масса мозгового вещества (которая у классического неандертальца порой превышала объем мозга современного человека), сколько его структура. Одним из методов реконструкции процессов эволюции мозга является изучение слепков с внутренних сторон черепа ископаемых форм. Это позволяет определить основные тенденции изменения мозга, зоны интенсивного роста. Новые функции вели к формированию новых структур в коре больших полушарий. В связи с орудийной деятельностью увеличение мозга началось сразу в двух очагах: нижнем теменном отделе мозга (у современного человека он связан с действием рук) и нижнем лобном отделе (двигательная зона устной речи). Далее формировались новые эпицентры – зоны, находящиеся в месте смыкания частей коры, регулирующих зрение, слух и осязание, отвечающие за переработку в комплексном виде информации, поступающей извне. Последняя зона роста – лобные доли – сосредоточие механизмов, управляющих социальным поведением, центры ассоциативного мышления, абстрактного мышления и т. д.

«Мозг человека по цвету похож на сахарную вату, а по запаху более всего напоминает зеленый сыр. Мозг использует в 10 раз больше кислорода, чем все остальные части тела вместе взятые. Считается, что мозг вырабатывает примерно столько же электричества, сколько требуется для включения лампочки в 20 Вт. Для простого распознавания геометрической формы ваш мозг задействует около 25 млн нервных клеток» [\[85\]](#).

Мозг человека в сравнении с мозгом шимпанзе не содержит ни одного нового типа клеток и тканей, к тому же отдельные его части имеют аналогичные пропорции. Соотношение абсолютного числа нейронов коры человеческого мозга и коры шимпанзе равно 1,4:1,0. В сумме известные до сих пор структурные и физиологические различия между мозгом человека и шимпанзе кажутся тривиальными, поэтому возникает проблема объяснения генезиса принципиальных различий в сфере поведения и психики между этими двумя видами. Различие состоит в меньшей у человека плотности упаковки нейронов в коре, в большем числе дендритов (большей плотности межнейронных связей), в большем числе нейронов коры с короткими аксонами и в большем количестве (на единицу объема коры) нейроглиальных клеток.

Долгие десятилетия все внимание ученых было сосредоточено на нейронах. Нервная система представлялась как переплетение проводов, соединяющих нейроны. Каждый

нейрон снабжен одним длинным отростком – аксоном, переносящим электрические сигналы от тела нейрона к расширенным участкам на его конце – аксонным терминалям. Каждая терминаль высвобождает в синаптическую щель молекулы химического посредника – нейротрансмиттера, которые достигают соответствующих рецепторов на коротких ветвящихся отростках (дендритах) соседнего нейрона. Следовательно, для мозга характерна структурная, функциональная и информационная избыточность. Таким образом достигается гибкость, устойчивость, надежность функции. Функциональная единица мозга – не отдельная клетка, а их объединение – нейронный ансамбль. Пространство между нейронами и аксонами заполнено массой клеток глии. Хотя глиальных клеток в 9 раз больше, чем нейронов, им отводилась роль вспомогательных, поддерживающих жизнедеятельность элементов (транспорт питательных элементов из кровеносных сосудов в нейроны, поддержание баланса ионов в мозге, обезвреживание болезнетворных микробов, ускользнувших от преследования иммунной системы). Считалось, что нейроны, поддерживаемые глией, общаются через крошечные точки (синапсы) и формируют сети соединений, благодаря которым мы думаем, вспоминаем и чувствуем.

Такая модель мозга поставлена под сомнение в конце 90-х гг. XX в. Оказалось, что нейроны и глии в течение всей жизни ведут оживленный диалог. Глия влияет на образование синапсов и помогает мозгу определять, какие нервные связи усиливаются или ослабевают с течением времени (эти изменения связаны с процессами общения и долгосрочной памятью). Последние исследования показали, что глиальные клетки общаются и друг с другом, влияя на деятельность мозга в целом. Например, в литературе активно обсуждается связь между гениальностью и работой глиальных клеток. Мозг Альберта Эйнштейна был изъят в 1955 г. при вскрытии патологоанатомом Томасом Харви, который отдавал-продавал маленькие срезы мозга величайшего ученого исследователям из разных частей света, пытавшимся выяснить причины гениальности Альберта Эйнштейна. Числом и размерами нервных клеток – нейронов – мозг А. Эйнштейна ничем не отличался от мозга обычного человека. Однако в ассоциативной области коры, ответственной за высшие нервные функции, обнаружено необычайно большое количество вспомогательных элементов нервной ткани – клеток нейроглии. Не исключено, что высокие концентрации глиальных клеток, а возможно, что и их «действенность» превращает некоторых людей в гениев [\[86\]](#).

Долгое время ученые [\[87\]](#) не могли обнаружить обмен сигналами между глиальными клетками в силу ошибочного предположения о том, что обмен информацией между глиальными клетками проходит так же, как между нейронами – с помощью электрических сигналов. Но было установлено, что мембрана глиальных клеток не обладает свойствами, необходимыми для проведения электрических потенциалов. Только благодаря современным методам удалось установить, что глиальные клетки передают сообщения с помощью химических, а не электрических сигналов. Экспериментально установили, что показателем активации глиальных клеток служит поглощение ими кальция. На основании этого был разработан метод, позволяющий визуально показать, как один из типов глиальных клеток (шванновские клетки)

реагирует на синаптические импульсы, и такая реакция сопровождается проникновением в них ионов кальция. Кальций в нейронах активирует ферменты, ответственные за выработку нейротрансмиттеров. Вероятно, что поступление кальция в глиальные клетки также вызывает активацию ферментов, связанных с развитием некой реакции. Какой?

В результате наблюдений родилась модель, позволившая объяснить способность глии распознавать нейронную активность и передавать сообщения другим глиальным клеткам, окружающим синапс. Импульсация нейронов побуждает глиальные клетки, окружающие аксон, высвобождать АТФ, который вызывает поглощение кальция соседними глиальными клетками. Это стимулирует выброс новых порций АТФ, что активирует передачу сообщений по длинной цепочке глиальных клеток, иногда на значительное расстояние от нейрона, инициировавшего всю последовательность событий. АТФ – основной источник энергии в клетках, благодаря небольшим размерам эта молекула способна к быстрой диффузии и легко разрушается ферментами. АТФ присутствует в аксонных терминалях и может высвобождаться в синаптическую щель.

Каким образом глиальные клетки распознают импульсацию нейронов? АТФ, высвободившийся из аксонов, стимулирует транспорт кальция внутрь глиальных клеток. В результате нервная клетка и ее аксон влияют на считывание генов в глиальной клетке и тем самым меняют ее поведение. Какие функции глии меняются? Глий определяет процессы образования миелиновой изолирующей оболочки вокруг нейронов. Благодаря ей аксоны способны проводить нервные импульсы с огромной скоростью на значительные расстояния. Ее образование позволяет малышу все крепче удерживать голову в вертикальном положении, а разрушение вследствие некоторых болезней (например, рассеянного склероза) превращает человека в инвалида.

Изменение эффективности синапсов в то время, когда окружающие глиальные клетки увеличивают поглощение кальция, ныне рассматривается как один из ведущих факторов пластичности нервной системы, то есть способности изменять реакции на основании прошлого опыта. Таким образом, глиальные клетки играют важную роль в клеточных процессах обучения и памяти. Однако до конца этот клеточный механизм пока неизвестен.

В 2003 г. была выдвинута гипотеза о том, что глии участвуют в образовании новых синапсов. Выращенные в культуре нейроны крысы в присутствии глиальных клеток образуют большее количество синапсов. Белок тромбоспондин (глиального происхождения) выполняет функцию химического посредника и стимулирует образование синапсов. Чем большее количество этого белка ученые добавляли в культуру, тем больше синапсов появлялось в нейронах. Тромбоспондин отвечает за связывание белков и других соединений, необходимых для образования синапсов во время роста нервных сетей, и, следовательно, может участвовать в модификации синапсов, когда нервные сети стареют.

Сравнение головного мозга животных показывает, что чем более высокое положение на «эволюционной лестнице» занимают животные, тем выше у них соотношение между

числом глиальных клеток и нейронов.

В 2006 г. появилось сообщение, что открыт ген, ответственный за эволюцию мозга. Выяснилось, что одна часть генома человека в течение нескольких миллионов лет развивалась в 70 раз быстрее, чем весь генетический код в целом.

Напомню, что нет единой позиции в определении процентного сходства ДНК-последовательности у человека и шимпанзе: называемые цифры составляют 97–99%. Кэтрин Поллард из Калифорнийского университета в Дэвисе [\[88\]](#) сопоставила геномы шимпанзе и человека в поисках частей ДНК, претерпевших наибольшие изменения. Ей удалось выявить в геноме человека 49 таких участков. Она назвала их HAR-области (*human accelerated regions* – зоны ускоренного развития у человека). В наиболее радикально изменившейся области, получившей название HAR1, трансформировалось 18 нуклеотидных пар из 118. Скорее всего, эти участки производят информационную РНК-молекулу, которая отвечает за образование протеинов, но более точно определить функцию этих генов пока не удалось. «Ген разума» удалось найти только у млекопитающих и птиц, он отсутствует у рыб и беспозвоночных. В течение долгого времени данный участок не менялся, но на определенном этапе в нем начались значительные мутации. Известно, что он «включается» через семь недель после зачатия и «останавливает работу» на 19-й неделе. Пока изучена лишь первая из 49 HAR-областей генома.

В рамках научных исследований по «космическому катастрофизму» возникла гипотеза о связи процессов антропогенеза со вспышкой близкой сверхновой звезды. Зафиксировано, что вспышка близкой сверхновой звезды по времени (1 раз в 100 млн. лет) приблизительно соответствует возрасту древнейших останков человека разумного (~35–60 тыс. лет назад). Ряд антропологов считают, что появление человека обусловлено мутацией. Импульс гамма и рентгеновского излучения от вспышки сверхновой сопровождался кратковременным (1 год) увеличением числа мутаций из-за увеличения ультрафиолетового излучения как мутагенного агента. То есть жесткое излучение, порожденное вспышкой сверхновой, могло вызвать необратимые изменения в клетках мозга некоторых животных, в том числе и гоминид, или рост самого мозга, что привело к формированию разумных мутантов вида «Человек разумный».

Кроме катастрофических гипотез распространены представления об изменении структуры мозга у гоминид в силу его адаптации к экстремальному тепловому стрессу.

Вполне вероятно, что наиболее ранняя форма охоты у гоминид – охота индивидуальным способом, состязание на выносливость. Такая охота требует многочисленных марш-бросков в тропической саванне и должна вызвать сильный тепловой стресс, который угрожает расстройством деятельности нейронов коры, весьма чувствительных к росту температуры. В итоге наступает временное нарушение пространственной ориентации и памяти. Человек обладает уникальной, не встречающейся у других приматов адаптацией, предохраняющей от перегрева тела и

облегчающей потерю тепла через выделение и испарение (отсутствие волосяного покрова, исключительно развитая система потовых желез). Однако этого недостаточно для предохранения от перегревов сосудов головного мозга.

У быстро бегающих млекопитающих тропической зоны имеются специальные приспособления для поддержания специальной температуры в сосудах мозга (например, сети сосудов у газели Томпсона, благодаря которым температура после 7 мин бега со скоростью 40 км/ч возрастает только на 1°, а температура крови в периферических сосудах – на 5°). Адаптация гоминидов к тепловому стрессу была иной – создание дополнительных нейронов коры и увеличение числа связей между ними. Все нацелено на то, чтобы существование мозга как целостности оставалось действенным даже тогда, когда нарушается деятельность части нейронов. Такая адаптация вытекает из теории фон Нейтмана – стабильность функционирования сложной системы, состоящей из нестабильных элементов, может быть достигнута увеличением числа элементов и числа связей между ними.

Возможно, что подобного рода естественный отбор рассчитан на создание мозга не столько «разумного», сколько устойчивого к периодическим экстремальным тепловым стрессам. Возникший таким образом мозг, имеющий избыток нейронов и связей, приобрел интеллектуальный потенциал, который есть побочный эффект устойчивости к тепловому стрессу. Эти новые потенции мозга были потом использованы для целей, которые изначально не преследовались: для абстрактного мышления, символической коммуникации, в том числе и для совершенствования техники охоты. Последнее сделало охоту менее тяжелым занятием и тем самым сначала уменьшило, а затем и устранило действие отбора для адаптации к перегреву. С этого момента эволюция гоминид шла в направлении отбора на разумность. Если бы гоминиды не стали использовать полученные в результате тепловой адаптации избытки нейронов «разумно», то мозг стал бы преобразователем информации с еще большими возможностями.

В последнее время возникли новые аспекты в исследовании возникновения и механизма функционирования асимметрии мозга. Как известно, правое полушарие «специализируется» на решении пространственных задач, распознавании нечленораздельных звуков, в нем хранится информация об именах существительных и их компонентах. Оно распознает иероглифические символы и низкие по высоте звуки, лица людей. Правое полушарие оперирует с конкретным временем в конкретном пространстве, «не понимает глаголов» и «не способно» лгать.

Левое полушарие моложе правого. Оно отвечает за анализ речи и ее денотативную сторону, распознавание высоких звуков. Левое полушарие оперирует с абстрактными понятиями – «истина – ложь». Современные исследования обнаруживают доминирование левого над правым, но исследователь В. Иванов подчеркивает, что эта доминанта относительна и возникает не с момента рождения, а в процессе взросления и обучения [\[89\]](#).

Группа российских биологов выдвинула интересную гипотезу. Основываясь на результатах серии экспериментов с белыми мышами и на анализе медицинской статистики, они предположили, что в течение последнего десятилетия происходит глобальный сдвиг от относительной доминанты левого полушария в сторону усиления активности правого. Обученные особи должны демонстрировать усиление доминанты левого полушария (отвечающего за абстрактное мышление). В последнее время эта закономерность не подтверждается.

Этот сдвиг относительной доминанты активности мозга у белых мышей проверялся остроумно просто. Мышь запускают в лабиринт, где она вольна выбрать направление движения. Если мышь предпочитает в узловых точках поворачивать налево, у нее доминирует левое полушарие (левополушарный центр моторной активности). Это объясняется тем, что более активный левый моторный центр стимулирует работу правых конечностей грызуна (из-за перекрестка «представительства» конечностей в полушариях). Шустрее «загребая» правыми лапками, мышь поворачивает налево. Схожим образом традиционно «левополушарный» человек, стараясь двигаться прямо в лесу, неизбежно отклоняется влево (старинное объяснение – леший водит).

До экспериментов с мышами люди строили и рисовали лабиринты. Лабиринт Минотавра – архетип, являющийся символом рока, неумолимо ведущего человека по жизни к предначертанной заранее цели. Первые примитивные чертежи лабиринтов относятся к эпохе неолита. Если суммировать все исследования феномена лабиринтов, то получается следующий вывод. Периоды максимальной концентрации различных типов лабиринтов совпадают с классической периодизацией мировой истории. Первый период нарастания доминирования левого полушария совпадает с Римской империей и обрывается с ее падением. Схожая динамика характеризует расцвет Средних веков. С середины XIII в. преобладают люди с доминированием правого полушария до позднего Средневековья. Перелом в сторону левой доминанты – на заре Реформации и начале Нового времени.

Это может свидетельствовать о том, что «мы меняемся», условно говоря, от рационалистической доминанты к «мистической» – доминированию интуитивного мышления. Этим объясняется поток сообщений о паранормальных явлениях и рост иррациональных настроений. Ю. Лотман призывал к осторожности в проведении параллелей «между новыми открытиями в области мозговой асимметрии и семиотической асимметрией культуры», однако считал исследования в этом направлении плодотворными и крайне важными: «Та или иная исторически сложившаяся фаза культуры, неизбежно характеризуясь сложной гетерогенностью... переорганизовывает себя. Так, может утрироваться “левополушарность” и приглушаться, исключаться из норм и как бы не существовать – противоположная тенденция. Возможно и прямо обратное» [\[90\]](#).

Изучение представлений о работе и эволюции мозга интересно не только с точки зрения ознакомления с фактами и концепциями, но и значимо для анализа причин обращения к данной проблематике в современной культуре.

Важное значение в понимании механизмов формирования цивилизации имеет проблема возникновения речи. Существуют два пути передачи информации от одного индивида к другому. Первый заключается в передаче от родителей к детям информации, закодированной в ДНК, определяющей структуру организма. Прогрессивные изменения этой информации называют «соматической эволюцией», эволюцией тела. Второй путь – передача информации от одного индивида к другому через нервную систему путем подражания или обучения, с использованием языка или без него. То, что передается от одного индивида к другому не через гены, биологи называют термином «культура» или традиция (в этом смысле элементы культуры имеются и у некоторых животных). При этом производятся новые материальные блага, а также нематериальные духовные ценности (магия, религия, искусство, наука и др.) Прогрессивные изменения этой информации называются экзосоматической (внетелесной) эволюцией.

Культура обладает биологическим аспектом, поскольку становится возможной благодаря изменениям нервной системы, происходящим в ходе соматической эволюции в несколько этапов. Контроль над нервными функциями, определяющими поведение, передается от более древних к более новым, к «высшим» отделам нервной системы, при этом те типы поведения, которые раньше были врожденными, становятся все в большей степени зависимыми от научения. Это означает также, что поведение становится все более изменчивым. Кроме того, животные, образующие социальные группы, согласуют свое поведение с действиями всей группы и таким образом усваивают то, что знают более опытные члены группы. Животные начинают прямо обучаться путем подражания. Достигнув этого высокого уровня, они начинают развивать культуру как экзосоматический способ передачи информации.

Человеческая культура существует благодаря языку. Человек обладает способностями анатомического и нервного характера, отсутствующими у других животных, которые позволяют нам пользоваться языком. Поэтому лингвистика включает естественно-научные аспекты: вопрос о том, как произносятся и слышатся звуки, и вопрос о том, как они передают информацию. Для использования языка нужна способность к абстрагированию и к формированию общих понятий. Понятия заменяются символами – словами, которые постепенно образуются из звуков и жестов, выражающих намерения, настроения и эмоции. За стадией одиночных слов или их парных сочетаний следует развитие синтаксиса, который устанавливает взаимоотношения между словами.

Способность пользоваться синтаксисом имеет анатомическую основу. У человека участок левого полушария мозга, называемый зоной Брока и отсутствующий у человекообразных обезьян, по-видимому, специфически связан с активной речью и с ее пониманием. Зона Брока расположена возле участка, где находятся различные моторные центры, управляющие движением губ, рук и др. При повреждении этой области (инсульт) страдает речь, что выражается в так называемой афазии – частичной или полной неспособности говорить и понимать речь. Существует множество форм афазии в зависимости от точной локализации и величины очага поражения,

замедляется и ухудшается артикуляция звуков, грамматический строй речи, иногда возникают трудности в понимании сложных предложений. Сформировался центр речи – зона Брока, скорее всего, более 1 млн. лет назад в экваториальной Африке, когда первое звено в роду *Homo* – *Homo habilis* сменился питекантропом.

В левом полушарии у человека расположено и поле Вернике, связанное с полем, получающим сигналы от слуховой системы. При повреждении этой области возникают трудности в понимании слов, хотя речь может оставаться беглой, ее содержание становится пустым. Поле Вернике отвечает за установление связей между звуками и другими сигналами, например приходящими из памяти.

Как и многие другие формы поведения, использование языка связано с участием как врожденных, так и приобретенных механизмов. Существует сильная врожденная тенденция к самовыражению посредством языка. Лингвистика – это в какой-то степени раздел нейрофизиологии, изучающий структуру и функции тех мозговых нервных сетей, с которыми связана основная структура языка. В то же время существует множество языков и наречий (около 5000 различных языков, на которых говорят жители Земли), и ребенок еще должен обучиться своему родному языку, так что специфические особенности любого языка передаются с помощью культурных, а не генетических механизмов.

Язык может быть рассмотрен как специфическая адаптация, которая развивалась для единственной цели – коммуникации. Исследования последних лет в области нейрофизиологии в части описания так называемых зеркальных нейронов [\[91\]](#) дали дополнительные пояснения по вопросу происхождения синтаксиса. Зеркальные нейроны расположены в теменной и лобной долях, они активируются не только тогда, когда вы двигаете собственной рукой, но и когда следите за тем, как кто-то другой двигает своей рукой. Подобные нейроны существуют для движений рта и лица: они активируются не только когда вы высовываете язык, но и когда смотрите на то, как это делают другие, даже если вы никогда не видели ваших собственных губ или языка. Эти нейроны должны устанавливать согласованность между особо точной последовательностью волевых двигательных команд, посылаемых мышцам, отвечающим за произнесение звуков речи; ощущением положения губ и языка (проприоцептивная чувствительность), идущим от рецепторов ротовых мышц; зрительным образом губ и языка кого-то другого; слуховым восприятием фонемы.

Эта способность отчасти врожденная: если вы покажете язык новорожденному младенцу, он скопирует вас. Однако для чтения по губам в детстве требуется более сложное тройное согласование звука фонемы, вида губ и языка и ощущения их положения. Вероятно, что эти нейроны могли играть важную роль в развитии общего словаря, имитируя визуальный способ произнесения звуков и согласуя его с услышанным.

Значительная часть лексики по своему звуковому наполнению соответствует понятийному содержанию. Звуковая форма слов часто несет в себе как бы «поддержку»

понятийного содержания слова, помогая слушающему лучше усвоить словарное значение. Представьте себе, что вы смотрите на круглую амебовидную фигуру с волнообразными изгибами. Кроме того, вам представлена другая фигура с заостренным контуром, похожая на кусок разбитого стекла с острыми краями. Эти фигуры представляют две буквы незнакомого для вас алфавита (одна – кики, вторая – буба), и вы должны решить, какая из них – какая. По данным экспериментов, 98% людей говорят, что заостренная фигура – это кики, а округлая – буба. Зрительный образ «кики» имеет заостренные изгибы, а звук кики, представленный в слуховой коре мозговых центров слуха, имеет острую, быструю модуляцию.

Возможность совмещать ощущения различных модальностей и создавать абстрактные представления об окружающих нас вещах опирается на способность мозга, сформировавшуюся для того, чтобы помочь выжить на деревьях, хвататься руками и прыгать с ветки на ветку. Для этих действий необходимо оценить угол руки и пальцев, чтобы ощущение положения тела в пространстве (проприоцептивная карта, составленная на основе сигналов от рецепторов мускулов и суставов) соответствовало горизонтальному положению зрительного образа ветки. В антропосоциогенезе синестезия могла создавать взаимодополняющие роли двух полушарий.

В развитие жестовой концепции происхождения языка с опорой на данные нейрофизиологии весьма интересные взгляды развивает Рамачандран Вилейанур [\[92\]](#). Он утверждает, что существует произвольный «перевод» представленной в веретенообразной извилине зрительной информации об объекте в слуховую, представленную в слуховой коре. Кроме того, есть произвольная кросс-активация между зрительным полем в веретенообразной извилине и зоной Брока в лобной части мозга. Она создает программы, контролируемые мышцы, которые участвуют в воспроизведении звуков, речи и артикуляции – наши движения губами, языком и ртом. Попробуйте произнести слова «низенький», «крошечный», «мизерный». Посмотрите на свои губы в это время: они мимически воссоздают визуальное изображение того, что вы говорите. А теперь скажите «огромный», «большой»... Такое подражание выявляет опережающий сдвиг к отображению определенных визуальных форм в конкретных звуках, представленных в моторных картах зоны Брока.

Помимо вышесказанного существует опережающая перекрестная активация между проекциями руки и рта в мозгу, которые находятся в непосредственной близости друг от друга. Например, еще Ч. Дарвин заметил, что, когда люди что-то режут ножницами, они бессознательно сжимают и разжимают свои челюсти, как будто подражая движениям пальцев. Этот эффект назван синкинезией, потому что области руки и рта находятся близко в мозгу и здесь существует некоторая избыточная активность сигналов, идущих от жеста к воспроизведению звука.

Язык в своем развитии проходит несколько стадий. Стадия «настоящего языка» по общему соглашению всех лингвистов начинается с создания синтаксиса, определяющего взаимоотношения между словами. Средства для этого в различных языках могут быть разными. Так, например, в английском языке средством

установления взаимоотношений между словами является порядок слов, во многих других языках, например, латинском и русском, соподчинение слов выражается их формой, а не порядком. По мнению большинства специалистов, причиной развития синтаксиса в основном было желание уменьшить возможность двусмысленностей.

Можно лишь предположить, что язык возник из знаковых систем, широко распространенных у животных. Такие системы могут быть весьма сложными и дифференцированными. Среди лингвистов распространено мнение, что и человеческие языки существенно отличны от знаковых систем животных: человеческому языку присуща иерархичность построения, произвольность знаков и открытость (способность сообщения удлиняться для передачи большего объема информации).

Современная наука обсуждает несколько концепций речевого филогенеза, отвечающих на вопрос о механизмах возникновения речи человека.

Концепция звукоподражания указывает на роль подражания человека звукам окружающей природы. В защиту этого взгляда указывается на наличие в любом языке звукоподражательных слов-идеофонов (например, «ку-ку» – кукушка, «хлоп» – хлопать; рычать, ахать, охать, цыкать, чирикать и т. д.) Кроме этого в детской речи одними из первых появляются слова такого образования, как «би-би» – машина, «ав-ав» – собака. В качестве дополнительного примера можно привести следующие слова из языка африканского племени эве для обозначения походки: «бохо-бохо» – неуклюжая, тяжелая поступь грузного человека; «пиу-пиу» – упругая, семенящая походка.

Трудовая концепция происхождения языка (теория трудовых выкриков) в XIX в. выдвинута Л. Нуаре и К. Бюхером. Они утверждали, что язык возник из звуков, сопровождающих совместную трудовую деятельность.

Жестовая теория происхождения языка, сформировавшаяся в XIX в., в науке XX в. стала весьма популярной. Наблюдения за развитием детей привели к выводу о том, что ребенок до фонолексикограмматической структуры создает особую невербальную (преимущественно жестовую) протоязыковую систему. Значительный интерес общественности вызвали опыты зоопсихологов [\[93\]](#) по обучению шимпанзе языку жестов. Так как у шимпанзе недоразвит аппарат артикуляции, супруги Аллен и Биатрис Гарднер обучали обезьяну жестовому языку американских глухих – амслену и получили возможность исследовать способности шимпанзе овладевать элементами языка, построенного по правилам английской грамматики. Интересными оказались результаты, полученные в опытах с шимпанзе Уошо. За три года шимпанзе научилась пользоваться 130 знаками, передаваемыми сложенными определенным образом пальцами. В словарь обезьяны вошли жесты, означающие названия предметов, обозначение действий, обозначение определений цвета, размера, вкуса, материала используемых предметов, обозначение эмоциональных состояний – «больно», «смешно», «страшно», обозначение отвлеченных понятий – «скорее», «еще», обозначение отрицания – «нет».

Употребление знаков основано на когнитивных процессах обобщения и абстрагирования. Хотя при обучении использовались единичные предметы, обезьяны применяли усвоенные жесты к довольно широкому кругу незнакомых предметов той же категории. Например, знаком «бэби» обезьяны обозначали и любого ребенка, и щенка, и кукол. Шимпанзе одинаково хорошо понимали знаки тренера, находящегося рядом, и изображение знака на фото.

Ряд данных свидетельствует, что шимпанзе не просто заучивали связь между жестами и обозначаемыми предметами и действиями, но и понимали смысл жестов. При этом проявились черты, сходные с теми, которые встречаются при речевой эволюции ребенка: развитие переносного значения жестового языка, использование знаков в новых ситуациях, изобретение новых знаков, так называемое свойство продуктивности языка. До недавнего времени считалось, что свойство продуктивности совершенно не присутствует в естественных коммуникативных системах животных. Однако в наблюдении проявились способности обезьян преобразовывать исходный запас символов в новые сообщения.

Культурная преемственность – способность передавать информацию о смысле сигналов из поколения в поколение посредством обучения и подражания считалась отличительной особенностью человеческого языка. Известно, по крайней мере, три случая, когда Уошо специально учила малыша знакам амслена (пища, жвачка, стул), складывая его пальцы соответствующим образом. Взрослые шимпанзе также в ряде случаев усваивали знаки, подражая «говорящим» сородичам. Эти данные не могут служить убедительным доказательством наличия культурной преемственности знаковых навыков у шимпанзе. Хотя они и пользовались языком в отсутствие человека, неясно, насколько эти знаки отличаются по своим функциям от естественного языка жестов и телодвижений.

Таким образом, язык – посредник амслен, который усваивали шимпанзе, обладал не только свойством семантической, но отчасти свойствами продуктивности, перемещаемости и культурной преемственности.

Уже на самых ранних этапах экспериментов выяснилось, что обезьяны, выучив всего 10–15 жестов, по собственной инициативе объединяли их в 2–4-членные цепочки, напоминавшие предложения, которые произносят начинающие говорить дети. Развитие синтаксической структуры речи было сходным. Анализ структуры 158 фраз, самостоятельно составленных Уошо, показал, что в большинстве случаев порядок слов отвечал принятому в английском языке – при комбинировании знаков на первое место ставится субъект действия, на второе – действие, на третье – объект. На основании этого было сделано предположение, что обезьяны овладевают элементами синтаксиса. Однако дополнительный анализ выявил, что увеличение числа знаков в предложении чаще всего не прибавляет объема информации («Уошо – пить – чашка – скорее – пить – скорее»), при этом многие из фраз остаются незаконченными, а часть вообще бессмысленна.

С момента формирования речевого канала информации стали очевидны его

недостатки: несовершенство хранения информации (объем сообщения ограничен памятью и временем жизни его носителя) и малый радиус передачи информации. Средством преодоления этих «минусов» стало развитие письменной речи, начавшейся с рисунков на стенах и утвари. Этот метод быстро разделился на искусство (живопись и скульптуру) и собственно письменную речь. Самые ранние настенные изображения – многочисленные, но не случайные отпечатки рук на глиняной поверхности стены, найденные в Австралии, имеют возраст 30–40 тыс. лет. А 25–30 тыс. лет – возраст ожерельев из собачьих зубов, женских фигурок из глины и рисунков на бивнях мамонта. Позже 12–20 тыс. лет назад появились настенные изображения животных и очень выразительные сцены охоты, их сменила «живопись» с помощью цветной глины. Настенные изображения у кроманьонцев сменялись очень медленно, следовательно, возможно предположить, что они отражали эволюционное развитие мыслительного аппарата.

Современная наука вскрыла интересные аналогии в структуре сообщений, передаваемых по обоим каналам, а также оценила скорость эволюции «текстов», передаваемых по лингвистическому и генетическому каналам. Для оценки скорости эволюции в первом канале используется следующий метод: наличие у видов хотя бы одной достаточно протяженной сходной последовательности ДНК свидетельствует о том, что они происходят от одного предка. Независимое происхождение таких сходных структур весьма маловероятно. Для оценки сходства подсчитывают гомологии (сходства) в процентах. У человека и шимпанзе в среднем 97–98% схожих последовательностей генов. Некоторые фрагменты ДНК изменились очень сильно, другие остались идентичными и у отдаленных родственников. У позвоночных (представителей одного семейства) в ДНК – 75–100% гомологий, между семействами одного отряда 50–75%, между разными отрядами 15–45%, между классами (например, млекопитающими и птицами) – 5–15%.

Обнаруживаются ли аналогичные явления во втором канале? Надо сравнивать языки, технологии, мифы, религии. Что можно сравнивать, формализуя долю степени, допускающую количественную оценку? Существует метод глоттохронологии, опирающийся на сопоставление в исследуемых языках контрольного списка слов, взятого из лексического ядра языка и состоящего из редкозаимствуемых морфем. Это морфемы, выражающие части тела (ухо, язык), степени родства (родственник, род), явления природы (вода, снег, буря), объекты живой природы (собака, рыба, кора), пространственные отношения (край, конец, половина), действия (быть, давать, гореть), качества (большой, сухой, темный). Количество совпадающих морфем дает степень сходства языка в процентах. В качестве примера сошлемся на общность и разноликость славянских языков [\[94\]](#). Языки, которыми пользуется более десятка современных государств (Россия, Белоруссия, Украина, Польша, Чехия, Словакия, Болгария, Македония, Югославия, Хорватия, Босния и Герцеговина, Словения), восходят к единому первоисточнику. Еще в первые столетия нашей эры, в эпоху раннего Средневековья, у предков русских, чехов, сербов и других славян был один язык – праславянский. Подобно тому, как латынь породила многочисленные романские языки, праславянский, разветвляясь, положил начало языкам современных славянских

народов. Эти языки и сегодня во многом сходны: достаточно сопоставить, например, названия чисел (русский «один», белорусский «адзин», болгарский «един»). Однако за века обособленного развития в них возникли и накопились глубокие различия. Так, при общем календарном термине месяц в славянском мире нет единства в названиях отдельных месяцев. Одни языки имеют интернациональную номенклатуру (русский, болгарский, македонский, сербский, словенский, словацкий), в других используются собственно славянские наименования, причем значение сходных по форме слов может в разных языках не совпадать (например, у украинцев листопад – это ноябрь, а у хорватов – октябрь).

При значительных социально-политических и экономических изменениях язык испытывает существенные воздействия как с точки зрения его географической распространенности – «языкового пространства», так и с лексической точки зрения. Так, русский язык в 2006 г. своим считали 164 млн человек. По прогнозам Центра демографии и экологии человека РАН, к 2025 г. разговаривать на русском языке будет столько же людей, сколько и в начале XX в., что в два раза меньше, чем перед распадом СССР.

Статистика элементов текста выявляет общую структуру языка. Речь идет о таких закономерностях, которые характеризуют не какой-нибудь конкретный текст, например басню Крылова, а совокупность текстов – все басни Крылова, все басни вообще, все вообще художественные произведения, наконец, любые правильно составленные тексты данного языка. Сопоставляя статистические характеристики самых разных текстов – вероятности отдельных букв, слогов, слов, моменты распределения вероятностей, соотношение предусмотренных и непредусмотренных правилами сочетаний, можно разглядеть за этой внешней оболочкой некий каркас, общий для всех языков. Каждый конкретный язык – русский, английский или суахили – использует этот каркас по-своему; единообразная структура по-разному реализуется в языковом сознании людей – живых носителей языка. Однако ничто не мешает нам воспользоваться каркасом для того, чтобы построить на нем обобщенный искусственный язык – «язык вообще». Призвав на помощь электронно-вычислительную технику, наука занялась неслыханной языковой инженерией; открылась возможность конструировать искусственные грамматические структуры (пример – «порождающая грамматика» американского лингвиста Ноэма Хомского), создавать «слова» и «фразы» и строить из них абстрактные языковые модели – формальные построения, лишенные конкретного смысла, но в точности воспроизводящие структуру реальных текстов [\[95\]](#).

Кроме анализа искусства и языка, в духовную жизнь предков наука может проникнуть, анализируя такие элементы культуры, как мифы, сказки, обряды, религии. Существует ошеломляющее сходство сказочных сюжетов на огромных территориях – от Турции до Японии, от Скандинавии до Индии. Этот факт пытаются объяснить несколько гипотез. Например, братья Гримм считали, что сказки развиваются из единого источника – мифа. Они реконструируются по тем же принципам лингвистами, как молекулярные генетики реконструируют нуклеотидные последовательности генов прародителей. Миграционная гипотеза объясняет сходство элементов культуры как

результат заимствования. Антропологическая, или этнографическая, гипотеза считает, что сходные сюжеты возникают независимо на доклассовых этапах.

Искать аналоги в каналах передачи информации перспективно, однако не следует отождествлять их, например, выискивая носителей арийского духа по структуре носа и цвету волос. Можно утверждать, что оба канала передачи информации эволюционируют по одним принципам (передача информации с изменением и ее отбор). Именно это обеспечивает глубокие аналогии в столь разных областях человеческого знания, как история и генетика.

Естественно-научные объяснения, складывающиеся на базе представлений о естественном отборе, используются в современной науке при анализе возникновения не только речи, но и искусства. В последнее время ученые, работающие в области нейроэстетики и биоэстетики, пытаются дать объяснение формированию эстетических предпочтений, рассматривая их с точки зрения биологических механизмов адаптации. Предметом исследования становятся универсалии восприятия, имеющие биологические истоки и значимые для формирования эстетических реакций.

Эстетическое наслаждение рассматривается в таких построениях как положительная эмоция, связанная с удовлетворением минимум трех потребностей: познания, экономии сил и вооруженности теми знаниями, навыками и умениями, которые наиболее коротким и верным путем ведут к достижению цели. Предполагается, что искусство функционирует в рамках коммуникативных систем и служит для передачи сообщений. Эти сообщения передаются в виде социальных пусковых стимулов и культурных символов, облеченных в эстетически привлекательные формы.

Чтобы подойти к решению вопросов о том, почему тот или иной предмет или явление кажутся нам прекрасными, с позиций биологии надо разобраться с непосредственными и конечными причинами. Необходимо узнать, чем запускается то или иное поведение, какие биологические причины побуждают человека поступать тем или иным образом. При этом недостаточно знать, как функционирует организм, надо знать, какие именно функции имеют отношение к эстетическим предпочтениям, какие селективные факторы сформировали современное состояние этих функций.

При анализе эстетических реакций необходимо учитывать ряд фундаментальных особенностей физиологических механизмов человеческого восприятия. Это не те особенности, которые выработались для содействия социальной коммуникации, а те, что обеспечивают распознавание образов, устойчивость восприятия, ориентацию в пространстве и т. д.

Принципы, лежащие в основе таких механизмов, лучше всего изучены применительно к зрению. Значительный вклад в изучение этого вопроса внесла гештальт-психология. Было установлено, что восприятие – активный процесс отыскивания порядка, сортировки и истолкования. Это легко демонстрируют опыты с «кубом Неккера», изображенного как прозрачный для взгляда объект. Взглянув на изображение куба, мы принимаем поначалу за его переднюю грань какой-то один из

двух квадратов – либо нижний левый, либо верхний правый. Спустя некоторое время в качестве передней грани вдруг начинает восприниматься уже другой квадрат.

Восприятие как активный процесс позволяет нам при беглом осмотре различных геометрических фигур с небольшими изъянами, разрывами или слегка асимметричных воспринимать их как целые, правильные и симметричные. Наше восприятие устремлено к правильности и симметрии и склонно навязывать эти свойства наблюдаемым объектам. Людям приятен вид квадратов и прямоугольников с соотношением сторон 1:1,63, что соответствует так называемому «золотому сечению». Исследователь Зандер в 30-х гг. XX в. утверждал, что этот принцип позволяет объяснить привлекательность различных архитектурных стилей. Глубинное свойство архитектуры Возрождения – спокойная красота, вселяющая в зрителя умиротворенность, достигалось определенными архитектурными приемами, среди которых выделяется преобладание квадратов и прямоугольников с указанным соотношением, предпочтение прямых углов и круговых арок, расположение окон правильными рядами, симметричность горизонтальных элементов построек. Архитектура барокко, напротив, внушает беспокойство, благоговейный трепет и даже смятение – она передает чувство движения неправильными (преувеличенными в длину или ширину) квадратами и прямоугольниками, эллиптическими арками, острыми углами вместо прямых, неточным расположением осей симметрии.

Объяснение стремления к поиску упорядоченности связано с ограниченной способностью мозга к переработке информации. Пропускная способность кратковременной памяти человека приблизительно 16 бит/с. Если человеку предъявляют сложные структурированные стимулы, то возникает стремление обнаружить упорядоченность, которая позволит выделить в сложных стимулах более крупные элементы и тем самым иметь дело с меньшим количеством информации. Объект не кажется наблюдателю красивым, если в структуре не удастся обнаружить никакой регулярности или упорядоченность слишком очевидна. То есть для эстетической привлекательности нужно, чтобы объект обладал некой промежуточной упорядоченностью – не слишком простой, но все же доступной для восприятия. Она должна уменьшать количество информации благодаря регулярным повторам каких-то элементов. Дело в том, что приспособительные возможности существенно возрастают при наличии умения распределять объекты по категориям с определенными групповыми признаками.

Некоторые особенности окружающей обстановки могут вызывать адаптивную реакцию. Животные реагируют на определенные знаковые символы, на которые их сенсорные системы уже «настроены» в процессе эволюции филогенеза вида. Чтобы такие адаптивные реакции были возможны, в эволюции должны были сложиться врожденные пусковые механизмы. Во многих случаях адаптации вырабатывались только у получателя важного биологического сигнала. Однако при взаимодействии между особями одного вида адаптироваться могут как отправители, так и получатели информации. Пусковыми стимулами бывают зрительные, слуховые, обонятельные, осязательные сигналы. Например, младенец плачет, услышав магнитофонную запись

плача. Этот ранний ответ младенца на специфический звуковой стимул можно считать изначальной безусловной реакцией сопереживания.

Рамачандран Вилейанур С. на основе исследований огромного числа пациентов в области неврологии сформулировал в качестве базового принципа восприятия эстетических объектов – максимальное смещение, то есть реагирование на максимально преувеличенные стимулы. Можно искусственно создать объекты, действующие сильнее аналогичных естественных стимулов. Некоторые характерные детские черты вызывают («запускают») родительское «покровительственное» поведение. Этолог К. Лоренц описал так называемый младенческий тип строения тела, легкоузнаваемый по пропорциям – голова младенца очень велика по сравнению с туловищем. Преувеличивая эти особенности, изготовители игрушек, создатели мультфильмов повышают привлекательность своей продукции. И. Эйбл-Эйбесфельдт предположил, что дело в адаптациях восприятия, эволюционно сложившихся в связи с родительским поведением. Ребенок нравится своими нежными чертами, крупным выпуклым лбом и всем остальным, что соответствует младенческому типу.

Раньше предполагали, что представления о физической привлекательности определяются сугубо культурными факторами и усваиваются человеком постепенно. В современных биологически ориентированных исследованиях привлекательности человеческих лиц, оказалось, что фотографии привлекательных лиц с тонкими и правильными чертами даже младенцы разглядывают дольше обычного. Во всех «идеальных» человеческих лицах есть нечто общее. Независимо от принадлежности к конкретной расе и азиатам, и европейцам, и африканцам кажется привлекательной тонкая переносица. Важно то, что идеалам фактически соответствует лишь небольшая часть всего населения.

Предъявление стимула в преувеличенном виде часто встречается в разного рода амулетах. Особое значение придается изображению глаз. В оберегах (апотропеях) разных культур неизменно встречаются привлекающие внимание глазные пятна или же выпученные, широко раскрытые, в упор смотрящие глазные пятна какой-нибудь фигурки. Как показали экспериментальные исследования Косса (1970) [\[96\]](#), если взгляд глаза в глаза аналогичен взгляду хищника при фиксации жертвы, то степень приподнимания бровей как проявление интереса и настороженности зависит от расположения сигналов относительно взгляда испытуемого. Наиболее сильной эта реакция оказывалась тогда, когда сигналы располагались на одной горизонтали, и слабее при расположении одного над другим или наискосок. При дружеском общении лицом к лицу люди слегка наклоняют голову набок и тем самым минимизируют напряженность, вызываемую прямым взглядом. Говорящий время от времени переводит взгляд, а слушатель при этом может неотрывно смотреть на говорящего – до тех пор, пока они не поменяются ролями. Если нам надо кому-то пригрозить, мы порой глядим на человека в упор, не мигая. Есть свидетельства тому, что многих млекопитающих и птиц раздражает, когда на них пристально смотрят. Вероятно, эта реакция связана с тем, что хищник перед нападением на жертву фиксирует ее взглядом.

Некоторые из эстетических оценок можно трактовать как обусловленные филогенетически, то есть возникшие в истории вида. Например, в ходе специальных исследований о факторах, обуславливающих чувство покоя дома, установлено, что идеальный дом должен помимо прочего предоставлять убежище и защиту. Как показали наблюдения за посетителями ресторанов, в первую очередь занимались места по углам и в защищенных нишах и только в последнюю очередь посетители готовы занять столы, открытые со всех сторон. Людям нравятся такие места, где можно сидеть спиной к стене или иному предмету интерьера, который может служить защитой. Описанные особенности поведения могут быть следствием того, что в филогенезе человеку было свойственно избегать столкновений с врагами и хищниками, оттого в ходе эволюции и сложились описанные предпочтения.

Обилие растительных мотивов в украшении жилища (занавеси, ковры, обои, подушки, также изделия из фарфора, фаянса с растительными узорами, изображениями цветов, плодов и листьев) также могут быть истолкованы филогенетически, как адаптивное предпочтение таких местообитаний, в которых предкам нашим была бы обеспечена пища.

Благодаря такой предрасположенности восприятия человек останавливает свой выбор на подходящей природной или созданной культурой местности. Создавая искусственную среду (сады и парки), человек часто разбивает их как бы в подражание саванне – деревья и кусты сажают в парках разбросанно, а между ними оставляют обширные открытые площадки. Представители биоэстетического направления видят в этом прямое отражение врожденного предпочтения: именно в саванне человекообразный предок превратился в человека.

Таким образом, в нашем восприятии имеется стремление отыскивать в окружающем мире порядок, правильность и определенные структуры. Это свойственно и другим млекопитающим, а также птицам. Кроме этого имеются видоспецифичные, сугубо человеческие эстетические предпочтения, укорененные в нашей истории, например покровительственное отношение к детям. Культуроспецифичные, то есть свойственные определенной культуре, эстетические предпочтения усваиваются в раннем детстве, а затем используются всеми носителями данной культуры для возбуждения определенных эмоций. Эти эмоции призваны служить укреплению внутригрупповых связей, отграничению данной группы от прочих, управлению поступками отдельных людей, утверждению общественных норм и ценностей. Культурные ценности и нормы нередко передаются потомкам посредством эстетических носителей. Например, исторические картины, портреты крупных политических деятелей приглашают зрителей разделить добродетельные и доблестные идеалы, которыми руководствовались исторические фигуры. На групповом уровне отдельные стилистические особенности одежды, оружия, причесок и так далее служат знаками принадлежности к той или иной группе, помогают преодолевать отчуждение, сплачивают народность воедино, что позволяет сообща противостоять опасностям. По таким знакам, например, бушмены могут с первого же взгляда определить, откуда происходит залетевшая к ним стрела – из своей собственной группы или из чужой. Это,

в свою очередь, дает возможность узнать, каких ценностей и обычаев придерживается изготовитель стрелы. В тех случаях, когда столкнувшиеся группы друг другу известны, стилистические различия напоминают о том, что обычаи и ценности у чужаков другие; в результате взаимодействие между группами становится более предсказуемым и потому протекает спокойнее. Напротив, стрелы, прилетающие из чуждых и неведомых групп, вызывают у бушменов произвольные и бурные проявления страха, ужаса и беспокойства. В завязывающихся после таких находок беседах всплывают жуткие истории об убийствах или происходивших в прошлом загадочных событиях. Знаки опознавательного характера были обнаружены и на других изделиях (в частности, на одежде и украшениях), а также в раскраске тела.

Анализ конкретных видов искусства позволяет более детально показать то, как происходит объединение биологически и культурно обусловленных факторов эстетического восприятия.

Например, способность распознавать музыкальные ноты и мелодии, воспроизводить их без фальши некоторые исследователи связывают с тем, что музыкальность необходима для развития речевой коммуникации. Для закрепления в естественном отборе музыкальность должна была обеспечивать ее носителю какие-то адаптивные преимущества. Ведь даже относительно маломелодичные европейские языки многие грамматические категории выражают повышением или понижением голоса. Монотонный, лишенный интонации голос просто не способен полноценно выразить функции речевой коммуникации. Отмечают важность мелодического слуха в научении языку. Однако около 10% людей страдают полной музыкальной глухотой, но успешно осваивают язык и общаются.

Существует ли в мозгу какой-то конкретный участок, отвечающий за музыкальные способности? Как мозг обрабатывает мелодии? Выбор средств для разрешения этих вопросов невелик: наблюдения за больными с травмами или картирование активных и пассивных участков мозга в момент прослушивания музыки. В начале 50-х гг. XX в. композитор Шебалин перенес тяжелую травму левого полушария мозга, лишившую его речи. Однако после этого он создал, по словам Шостаковича, одну из лучших своих симфоний. В то же время известен случай с канадским бизнесменом, страстным меломаном, который после травмы сохранил все способности, но начисто перестал распознавать музыку. Эти и другие примеры позволили предположить, что различные компоненты музыкальности разнесены по разным участкам мозга. Так, за движение от высоких звуков к низким и обратно отвечает правое полушарие, а оценивает конкретное различие между двумя звуками – левое. Ритмическая организация музыки и поэзии оказывает на человека очень своеобразное физиологическое воздействие. В известных пределах ритм в состоянии регулировать движение, например, замедлить или ускорить дыхание. Предполагают, что существуют какие-то основные (универсальные) ритмы, оказывающие на наше поведение успокаивающее или активизирующее влияние. Исследователи записывали песни разного характера – военные, любовные, скорбные, а затем проигрывали их носителям иной культуры. Слушатели верно определяли тип песни намного чаще, чем это можно было бы

объяснить случайными совпадениями. Кроме того, последовательное исполнение различных мелодий вызывает смены эмоций, какие в повседневной жизни испытывать не приходится. Усиление переживаний – одна из важных функций музыки, которые вообще-то разнообразны – от простого развлечения до укрепления группового единства и приверженности общим идеалам и ценностям. Ритмы, несомненно, координируют поведение групп людей и тем самым через совместное действие способствуют единению (например, такой эффект дает прослушивание маршевой музыки или хоровое пение).

Способность к языковому творчеству представляется важной особенностью нашего вида. Поэтому можно было бы думать, что словесные искусства выражают культурное содержание человека отчетливее других, не подчиняясь ограничениям, налагаемым филогенетическими адаптациями. Однако современные исследователи и в словесных искусствах выделяют некоторые признаки, имеющие биологическую размерность. Средства языка могут служить средством преодоления конфликта между биологическими требованиями и становлением культурных норм. Например, истребление врагов возводится в заслугу, хотя явно противоречит биологически присущему воздержанию от умерщвления особи своего вида. По мере усложнения общества преданность социальной группе становится преобладающей, подчиняющей природную приверженность семье и роду. Поэзия и тексты предназначаются для внушения групповых ценностей, и искусство превращается в орудие пропаганды и манипулирования поведением. Так, патриотические песни используют общепринятые семейные ценности, подменяя их групповыми (в таких текстах нередко слова, обозначающие степень родства – неродные люди, входящие в состав группы, именуются братьями).

Искусство – мощное орудие для отделения своих от чужих и для сплочения «своих» с помощью групповых символов. В искусстве воплощается еще одно отличительное свойство человека – его способность произвольно включать механизмы наслаждения. Человек как «искатель удовольствий» может творить искусство для искусства, единственно ради приятного переживания красоты и гармонии (а также для того, чтобы пережить печаль и страхи не в реальности индивидуальной жизни, а в придуманном мире художественного произведения). Восприятие произведений искусства может удовлетворить наше стремление к открытию нового и к поиску упорядоченности. Искусство обслуживает и такие эволюционно древние функции, как борьба за положение в обществе и ухаживание. Способность к эстетическому восприятию мы разделяем с другими животными, а искусство – явление сугубо человеческое, обслуживающее формы общения, свойственные исключительно людям. Сугубо биологическая гипотеза возникновения и сущности искусства вызывает возражения хотя бы потому, что в ней не обсуждается такая задача искусства, как эстетическое наслаждение.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Справедлива ли, по-вашему, альтернатива, согласно которой либо человек есть

животное, поскольку происходит от животного, либо человек с самого начала отличается от животного, а поэтому у него нет ничего общего с животными?

2. Как вы думаете, продолжается ли в настоящее время эволюция человека? Обоснуйте свой ответ.

3. Сформулируйте преимущества и ограничения использования естественно-научных знаний для объяснения возникновения и сущности эстетических реакций человека.

4. Прослушайте несколько музыкальных произведений с четко выраженной ритмикой. Обратите внимание на физиологическое воздействие различных ритмов. В чем функциональное значение маршевой музыки или хорового пения? Проиллюстрируйте примерами выдвинутые вами положения.

5. Какие доказательства вы можете привести тому, что значительная часть лексики по своему звуковому наполнению соответствует понятийному содержанию, звуковая форма слов часто несет в себе как бы «поддержку» понятийного содержания слова, помогая слушающему лучше усвоить словарное значение?

6. Сопоставьте генетический и лингвистический каналы передачи информации. Какие черты сходства и различия вы выявили?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Выберите верное продолжение высказывания «Стадиальная теория происхождения человека...»: А) хорошо обоснована фактами; Б) в современной науке ставится под сомнение; В) соответствует результатам краниологических исследований; Г) адекватно описывает только некоторые этапы антропосоциогенеза.

2. Какое суждение верно с позиции современной науки? А) Морфологическое развитие человека завершилось 30–40 тыс. лет назад; Б) Морфологическое развитие человека завершилось 40–50 тыс. лет назад; В) Морфологическое развитие человека завершилось только у некоторых рас; Г) Морфологическое развитие человека не завершилось до сих пор.

3. Какое суждение верно с позиции современной генетики? А) Генетическое сходство человека и шимпанзе составляет 1–2%; Б) Генетическое сходство человека и шимпанзе составляет 97–98%; В) Генетическое сходство человека и шимпанзе отсутствует; Г) У человека и шимпанзе полное генетическое сходство.

4. Книга Ч. Дарвина, посвященная проблеме происхождения человека, называется: А) «Происхождение человека и приматов»; Б) «Происхождение человека и естественный отбор»; В) «Происхождение человека и половой отбор»; Г) «Происхождение человека от обезьяны».

5. Концепция «Африканской Евы»: А) основана на археологических данных,

полученных в 60–80-х гг. XX века; Б) противоречит моноцентристской модели расообразования; В) базируется на анализе типов митохондриальной ДНК; Г) соответствует моноцентристской модели расообразования.

6. Наличие в любом языке слов-идеофонов рассматривается как подтверждение гипотезы речевого филогенеза: А) звукоподражания; Б) трудовой теории происхождения языка; В) жестовой теории происхождения языка.

7. Определите правильную последовательность наших предков: А) прямостоящий – умелый – разумный; Б) разумный – умелый – прямостоящий; В) умелый – разумный – прямостоящий; Г) умелый – прямостоящий – разумный.

8. По каким признакам человека нельзя отличить от человекообразных обезьян: А) плоские ногти; Б) редукция хвостового отдела позвоночника; В) развитие мимической мускулатуры; Г) сводчатая стопа; Д) слабо развитая обонятельная зона; Е) большое количество извилин коры больших полушарий.

9. Принципиально новое качество, приобретенное *Homo sapiens* в результате антропосоциогенеза: А) систематическое использование и создание орудий труда; Б) использование языка; В) коллективный образ жизни; Г) сложный мозг.

10. Соматическая эволюция – это: А) передача информации посредством обучения; Б) эволюция информации, закодированной в ДНК; В) изменение информации о нематериальных духовных ценностях из поколения в поколение; Г) трансляции информации с использованием языка.

11. Способность пользоваться синтаксисом у представителей вида *Homo sapiens*: А) обусловлена только образованием и воспитанием; Б) имеет анатомическую основу; В) передается от одного индивида к другому посредством подражания; Г) имеет сугубо врожденный характер.

12. Что обозначает термин «гоминиды»? А) Отдельную категорию людей современного типа; Б) Семейство приматов, куда входит человек современного типа и его непосредственные предки; В) Группу известных вымерших предков человека; Г) Человек современного типа и человекообразные обезьяны.

ГЛАВА 10.

Соотношение биологического и социального в концепциях социобиологии и биополитике

В истории исследований об эволюции человека можно обнаружить две противоположные тенденции. С одной стороны, выделяется позиция ученых, которые стремятся подчеркнуть уникальность человека, концентрируя внимание на прерывности эволюции. С другой стороны, позиция тех, кто видит в приматах зеркальное отражение человека и вследствие этого всячески преуменьшает различия в поведении и строении тела, доказывая недавнее расхождение на эволюционном древе ветвей, ведущих к человеку и к его ближайшим родственникам.

Современная биология отличается динамизмом прироста знания, повышенным интересом к биологии человека в норме и патологии. Именно с развитием этой науки сегодня связываются надежды на разрешение глобальных проблем. Биология превращается в лидера естествознания, активное внедрение ее данных и подходов в социогуманитарное знание создает впечатление, что на фундаменте естественно-научных представлений может быть выстроена новая интегративная наука о человеке, могут быть синтезированы данные о биологии человека с данными о специфике его социального существования.

В конце XX в. именно такую задачу поставили основатели социобиологического движения. Его начало связывают с 1975 г., с выходом в свет книги Э. Уилсона (Wilson, род. 1929) «Социобиология: новый синтез». В этой работе главное внимание было уделено коренным проблемам науки о поведении животных – роли отбора и организации в эволюции сообществ, была сформулирована претензия социобиологии на статус новой науки о человеке. При ее создании были интегрированы различные отрасли знания. Укажем наиболее влиятельные научные направления, востребованные при формировании социобиологии.

Этология (от греч. *ethos* – обычай, нрав, характер) – биологическая наука, изучающая поведение животных в естественных условиях; уделяет преимущественное внимание анализу генетически обусловленных компонентов поведения, а также проблемам эволюции поведения. Собственно этологическая теория начала складываться в 30-х гг. XX в. благодаря работам австрийского зоолога К. Лоренца (1903–1989). Он стремился объединить в единую теорию концепции биологии поведения, считая основным методом этологии сравнительно-исторический (сопоставление форм поведения разных организмов и реконструкция на базе этого филогенетической истории этих форм) и целостный подход (требование наблюдения организма как единой целостной системы до того, как с ней начинают эксперимент). Этология началась с изучения ритуалов – серий наследственно закрепленных в генотипе вида, рода, семейства и др. стереотипных телодвижений, повторяющейся последовательности и характера двигательных реакций со строгой регламентацией их скорости и амплитуды. Лоренц прямо указывал на то, что пытается показать, «как удивительные аналогии между филогенетическими и культурными ритуалами (обрядами) находят свое объяснение в

подобии их функций».

По Лоренцу когда в инстинктивных действиях нет надобности, они подавляются высшими центрами, и только особые «пусковые» механизмы, ключевые, знаковые стимулы могут снять исходящее от высших центров торможение и высвободить инстинктивное поведение. Лоренц ввел представление о релизерах – знаковых символах, своего рода ключах, запускающих поведенческую реакцию. Знаковые стимулы в большинстве случаев просты, они состоят из одного или нескольких раздражителей, хотя есть и такие, которые включаются целой системой внешних впечатлений, имеющих характер образа. Релизеры – природно, генетически или исторически предопределенные сигнальные элементы объектов и явлений неживой природы, которые способны вызывать у других организмов реакцию симпатии или влечения, предопределенную совместной историей их развития или естественным отбором.

Этологические идеи получили развитие и дополнены новыми в исследованиях английского биолога Н. Тинбергена (1907–1988). По Тинбергену, высшим смыслом этологических исследований является все более глубокое понимание человеком самого себя. У человека и других животных идентичны или различаются незначительно нервные импульсы, простейшие рефлексy и моторика. Сложнее с мотивацией, выявить объективную сторону в сознательных субъективных представлениях достаточно сложно. Для преодоления сложностей предложено использовать методы, применимые к животным. Тинберген специально занимался исследованием механизмов избегания агрессивности, территориального поведения и пришел к выводу об отсутствии отличий в этих типах поведения между животными и человеком.

Востребованы оказались и данные зоопсихологии – направления, изучающего проявления, закономерности и эволюцию психического отражения у животных разного уровня развития, знания из области генетики популяций, эволюционной биологии, а также гуманитарные науки, способные дать материал об общественном поведении человека, такие, как социология, социальная психология, этнография.

Для чего был предпринят синтез этих дисциплин? Социобиологи стали разрабатывать пограничные проблемы этих областей для того, чтобы вскрыть законы, на основе которых животные интегрируются в сообщества; факторы, определяющие структуру и развитие социальных институтов.

Целью социобиологии было объявлено систематическое исследование биологической основы всех форм социального поведения у всех организмов, включая человека. Социобиологи собирались реформировать этику, гуманитарные и социальные науки, а также биологию человека на основе, как они указывали, подлинно эволюционистского объяснения человеческого поведения. Сам выбор термина «социобиология» был обусловлен уверенностью в том, что общественные отношения могут быть поняты биологически, иными словами, что в основе их лежат, по выражению самого Уилсона, стратегии «человеческого животного» на выживание. Он считал, что использование знания, полученного биологией, – одна из самых передовых стратегий, которые может

предложить сама природа. Наука, писал он, скоро сможет изучать происхождение и значение человеческих ценностей, лежащих в основании этических заповедей и большей части политической практики. В конечном счете, считал Уилсон, даже научному разуму, однако, придется столкнуться с ограничениями, накладываемыми нашей эволюционной наследственностью. Только она определяет базовые правила человеческого поведения или, по-другому выражаясь, «существует предел, лежащий, может быть, ближе, чем нам дано осознать, за которым биологическая эволюция начнет поворачивать культурную эволюцию вспять» [\[97\]](#).

Иначе говоря, социобиологи попытались объяснить природу «социальности», трактуя социальное поведение довольно широко. Этим термином они описывали все те формы, которые порождены существованием животных в сообществах и направлены на сохранение и процветание сообществ. Особенности поведения анализировались исходя из ее понимания как фактора, обеспечивающего носителю данного типа поведения какие-то адаптивные или репродуктивные преимущества.

В своих публикациях Уилсон конкретизировал те способы, с помощью которых, как он полагал, на основе теории естественного отбора можно анализировать и предсказывать человеческое поведение. К примеру, социобиологи объясняли стремление женщин выходить замуж за более богатого и знатного (или, по крайней мере, за равного) по положению и состоянию мужчину как составной элемент наследственной стратегии. Таковой они считали стратегию сообщества охотников и собирателей на избегание вредных последствий близкого скрещивания и увеличение способности к воспроизводству.

Подобно многим натуралистам и специалистам по общественным наукам в XIX в., Уилсон считал, что приобретенное в эволюции знание, которое на современном языке он называл знанием генетических стратегий, лежит в основании всей науки и служит руководством к действию по общему благосостоянию. «Гены держат культуру на поводке. Поводок этот довольно длинный, но он с неизбежностью будет сдерживать ценности в соответствии с их влиянием на генетический пул... Человеческое поведение – как и более глубоко лежащая способность эмоционального реагирования, которая нас побуждает и нами руководит, – это циклическое устройство, посредством которого генетический материал человека был и будет сохраняем в неизменности. Доказать, что нравственность имеет более важное конечное назначение, невозможно» [\[98\]](#).

Почему в центре внимания оказалось именно социальное поведение? В ходе эволюции большую роль сыграли разного рода формы кооперации, социальной организации. Социобиологи поставили задачу установить биологические основы социального поведения всех видов живого. Первая проблема, которая встала перед социобиологами, – это проблема поиска таких инвариантов поведения, которые повторяются так или иначе во всех возможных модификациях форм социального поведения. Из всего многообразия форм были выделены некие повторяющиеся блоки, характеризующие социальное поведение как таковое. Первый блок относится к самой сути кооперирования особей, составляет стержень их общения (проблема альтруизма,

эгоизм). Второй блок описывает формы поведения, связанные с репродуктивной функцией (сексуальное поведение). Третий – касается активности особей в их «самоопределении по отношению друг к другу или к «чужакам» (проблема агрессивного поведения).

Социобиологи считали генетические стратегии самым важным «краеугольным основанием» человеческой природы и интерпретировали нравственность, как и культуру вообще, только в ракурсе ее значения для эволюции. Для многих критиков социобиологии подобные высказывания имели статус редуцистских суждений, грубого сведения человеческой сущности к единственному биологическому измерению. Так как Уилсон и другие социобиологи писали для широкой аудитории, утверждая, что их наука может оказаться важной для принятия политических решений, полемика, развернувшаяся вокруг социобиологии как концепции, была острой. Консервативные авторы приветствовали социобиологию, поскольку на ее основе представлялось возможным дополнительно обосновать «естественность» гетеросексуальности, семьи, собственности, стремления к материальному вознаграждению и других человеческих поведенческих особенностей. Биологический взгляд, объяснявший происхождение этих ценностей природной эволюцией, был для этих авторов весьма привлекательным. Критики связывали социобиологию с отрицанием социально-исторического характера человеческих ценностей и институтов, отрицанием социальной сущности человека.

Выводы социобиологии относительно животного мира были встречены спокойно, большинство социобиологов было занято зоологическими, этологическими и эволюционными исследованиями «общественных форм поведения». Споры касались идей социобиологии относительно человека. Комплекс вопросов собственно по социобиологии человека был поставлен в ряде работ Уилсона «О природе человека» (1978), «Гены, разум и культура. Процесс коэволюции» (1981) и «Прометеев огонь. Размышления о происхождении разума» (1983) – две последние в соавторстве с Ч. Ламзденом, а также в работе «Биофилия» Уилсона (1984).

Задачей этого направления исследований – социобиологии человека было объявлено создание «биограммы» человека. Под этим подразумевалось максимально полное описание природно-биологических основ человеческой жизнедеятельности. Это описание позволило бы выяснить, в какой степени современный человек адаптирован к культуре, а также определить присущие человеку и не устранимые с помощью культуры «филогенетические следы» – особенности поведения, предопределенные естественным происхождением нашего вида.

Проблема взаимосвязи природного и социального в человеке обозначается как проблема генно-культурной коэволюции. Понятие коэволюция подчеркивает взаимодействие биологического и социального, их сопряженность, взаимодополняемость. Однако весь вопрос в том, как представить их взаимосвязь. Главный вывод концепции генно-культурной коэволюции в социобиологии состоит в том, что ни гены, ни культура отдельно взятые не могли породить человеческого разума. По мнению социобиологов, формирование разума человека произошло в

результате ускорения процессов нейроанатомической и поведенческой эволюции, не имеющего прецедентов во всей истории жизни. Причиной такого ускорения является взаимодействие, в котором культура порождена и оформлена биологическими требованиями, а биологические черты изменились генетическим путем под влиянием культуры. Разум является результатом «компактного соединения» генетической эволюции и культурной истории. Ген в их подходе выступает неким общим обозначением наследственности, ее субстрата. Гены детерминируют определенные пути развития, но на эти пути воздействует и культурное окружение, воспитание, обучение.

Основная единица культуры, по мнению социобиологов, культурген. Под этим понятием ими подразумевается однородная группа артефактов, форм поведения или мыслительных объектов (могущих и не иметь прямого отношения к действительности), которые могут либо полностью обозначить некое атрибутивное состояние, выделяемое по функциональному значению, либо частично обозначать его. Культура понимается преимущественно как культура индивида, то есть как совокупность тех сторон его жизнедеятельности, которые связаны с познавательной деятельностью, воспитанием, обучением, образованием. Если культура есть сумма культургенов, то выбор того или иного культургена в качестве определяющего культуру общества в целом осуществляется мозгом на основе поступающей в него информации. А поскольку процесс обработки информации определяется нейробиологическими особенностями мозга индивидов, то и процесс развития культуры трактуется как направляемый биологией.

Социобиологи осознают, что попытка соединения мышления и культуры с эволюционной теорией – весьма революционный шаг для науки. Несмотря на стремление показать именно коэволюцию, социобиологи больше склоняются к признанию ведущей роли природного, биологического в эволюции разума. Теория генно-культурной коэволюции носит довольно отвлеченный характер, но это не довод против социобиологии в целом как оригинальной попытки объяснения возникновения законов общественной жизни.

Примером реализации логики социобиологических исследований может служить исследование полигамии у племени кинсиджи в Кении, проведенное в 80-х гг. XX в. Малдером. У кинсиджи развита полигамия с покупкой жен. Первую жену покупает сыну отец, обычно за треть своего богатства, а дальше, если дела идут хорошо, сын покупает себе жен сам. С биологической точки зрения покупка жен для мужчины-кинсиджи вполне оправданна: все работы у племени кинсиджи выполняет женщина, и чем больше жен, тем больше возможность родить и воспитать детей. Антропологи пытались выяснить, верно ли, «что культурные стандарты и социальные структуры определяются стремлением людей строить поведение таким образом, чтобы в конкретных условиях наиболее эффективно удовлетворять потребности в продолжении рода»? Оказалось, что наиболее дорогими являются те жены, обладание которыми максимально выгодно с репродуктивной точки зрения, то есть те жены, от которых ждут большей плодовитости или большего вклада в экономику семьи. Причем интересно, что во втором случае критерием выбора была отдаленность дома жены от дома мужа (это гарантирует, что

жена меньше времени будет проводить у родителей и больше за работой). Социобиологи указывали, что за всеми мотивами, которыми руководствовались мужчины при выборе жен, скрывается предпочтение тех, кто обеспечивал наиболее эффективное продолжение рода.

Весьма оригинален социобиологический подход к исследованию альтруизма. По свидетельству Уилсона, социобиология возникла в результате дискуссии именно по проблемам альтруизма. При изучении биологических систем в социобиологии альтруизм не рассматривается как категория морали. Под альтруистическим актом понималась такая ситуация, когда некий индивид делает что-то небезвредное для себя самого, а положительный результат этих действий используется кем-то другим. Альтруизм в мире животных – способность жертвовать собственными интересами ради других. Альтруизм человека – нравственный принцип, согласно которому благо другого и он сам нравственно более значимы, чем собственное «Я» и личное благо.

Отмечая метафоричность понятия «альтруизм», социобиологи обратили внимание на противоречие между содержанием понятия «альтруизм» и общеэволюционными представлениями. В соответствии с ними приспособленность организма измеряется вкладом особи в общий генофонд последующих поколений: наиболее приспособленные оставляют наибольшее потомство, достигающее половой зрелости. Казалось бы, борьба за существование требует максимальной активизации «эгоистических устремлений индивида». Особь, которая стремится достигнуть только собственной выгоды, живет и размножается, передавая следующему поколению «гены эгоизма», в то время как альтруист имеет больше шансов погибнуть и тем самым погубить свои «гены альтруизма». Но как в таком случае объяснить широкое распространение таких форм поведения, которые могут быть названы альтруистическими? Как такое поведение может передаваться из поколения в поколение?

Для социобиологов альтруизм – действие или совокупность действий индивида (группы особей), приводящих к росту приспособленности другого индивида (группы) за счет «альтруиста». Поведение, в результате которого происходит усиление или снижение (эгоизм) приспособленности какой-либо особи, на которую оно направлено, ведет (может вести) к устранению одной из двух. Так понятия «альтруизм» и «эгоизм» оказываются связанными с фундаментальным понятием эволюции – отбором.

Суть альтруизма вскрыл специалист по «общественным» насекомым У. Гамильтон в представлении о механизме родственного отбора. Особь, жертвующая собой ради родственников, по его мнению, не исчезает бесследно: присутствующие в генотипе родственников общие с данной особью гены передаются следующим поколениям. Альтруистическое поведение будет подхватываться отбором не в любом случае, а только тогда, когда выгода от него в обществе будет превышать возможные потери. При этом решение об альтруистическом или эгоистическом поведении будет зависеть от коэффициента родства. Альтруизм по отношению к родным братьям и сестрам проявится тогда, когда выгода от него вдвое превышает возможные потери, по отношению к двоюродным – вчетверо и т. д. Кроме того, альтруистическое поведение,

которое приносит выгоду членам сообщества безотносительно родства, будет возникать, если риск погибнуть, не подав сигнала, или невыгодность молчать очевидны, а соседи не слишком удалены. Если же все условия для альтруистического поведения соблюдены и альтруист жертвует собой, то остальные члены сообщества теми или иными способами осуществляют компенсацию семье погибшего. Чтобы обосновать эволюционное значение альтруизма, была высказана мысль о существовании так называемого реципрокного (взаимного) альтруизма. Это понятие означает, что если какой-либо альтруистический акт, невыгодный одной особи, но выгодный другой, неродственной или даже принадлежащей иному виду, может совершаться первой, то только в расчете на аналогичную «услугу» в будущем или на признательность со стороны других особей. Такое поведение будет тем более вероятно, чем жестче будет отбор против так называемых обманщиков – особей, извлекающих выгоду, но избегающих поступать таким же образом.

За любым альтруистическим актом в объяснении социобиологов фактически стоит забота о благополучии носителей определенного количества тождественных с индивидом генов, то есть в основе альтруизма прослеживается эгоизм. Такого рода возражения заставили ввести дополнительные понятия «подлинного и мнимого» альтруизма. По Уилсону, альтруизм может носить неосознанный характер, в этом случае субъект не ожидает за него никакой награды (альтруизм с жесткой сердцевиной). Это подлинный альтруизм, который развился в эволюции живого посредством естественного отбора и господствует на дочеловеческом уровне. Но альтруизм может быть осознанным (альтруизм с мягкой сердцевиной). Его конечные причины эгоистичны. Такое поведение включает ожидание ответных благ для самого субъекта или его родственников. Этот вид преобладает у человека, но сосуществует с подлинным альтруизмом.

О наличии взаимного альтруизма во всех культурах свидетельствует распространение разных его форм: помощь друг другу в опасности при катаклизмах, при внутривидовой агрессии; справедливый дележ пищи; помощь больным, раненым, детям, старикам; помощь посредством орудий; помощь посредством знания. Во всех случаях наблюдается низкая ценность совершаемого действия для «дающего» и высокая для «берущего». Роль альтруизма в эволюции рассматривается в социобиологии на популяционном и индивидуальном уровнях. Популяции, в которых индивиды проявляют альтруизм, оказываются в более выгодных условиях, чем те, члены которых прежде всего заботятся о собственном благополучии.

Главное теоретическое соображение против универсализации альтруизма связано с ограничением применения термина «поведение» к миру растений, многим низшим организмам. Значит, понятие «альтруизм» теряет общебиологический смысл. Существенную трудность для социобиологов составило объяснение альтруизма в неродственных сообществах, вычленив в них компенсацию оказалось делом очень непростым. Даже «общественные» живые существа, такие как муравьи, пчелы, термиты, при наблюдениях не всегда позволяют вычленив «компенсацию за альтруизм». Самый яркий пример – медоносная пчела. В семье может быть до 100 тыс.

рабочих бесплодных пчел, население улья за год меняется 4–5 раз. На полмиллиона рабочих пчел всего несколько тысяч трутней и 2–3 плодовые самки-матки. Судьба бесплодной рабочей пчелы зависит сугубо от жестких регуляторных механизмов: пчела не может быть нерабочей, не может не проявлять альтруизм вне зависимости от какой бы то ни было компенсации.

Неубедительность предположения социобиологов о «компенсации за альтруизм» обусловлена тем, что в их работах не раскрывается сам механизм распространения альтруизма. Не все биологи признают существование группового отбора, подводит социобиологов ориентация на образцы изучения эволюции морфологических признаков. В природе относительно морфологической структуры можно сказать, что подхваченные отбором структурные изменения закрепляются наследственно. Некоторая приспособленность организма получает поддержку естественным отбором. Но поведение в значительной степени зависит от переменного состояния среды, значит, роль наследственности в осуществлении поведения должна быть существенно ниже. Однако социобиологи придерживаются мнения, что поведенческие характеристики видов являются таким же продуктом эволюции, как и морфологические. Установка социобиологов на генетизацию поведения огрубляет представления о действительном положении вещей.

Социобиологи утверждают, что животный альтруизм становится чуть ли не образцом для человека. Уилсон отмечает, что в человеческом обществе форма и интенсивность альтруистических актов в значительной степени детерминированы культурой. Но, по мнению социобиологов, детерминирующие нашу мораль эмоции имеют глубокие генетические основы. Они развивались посредством генов, и это те эмоции, которые приводили всех наших животных предков к самопожертвованию.

При обсуждении вопросов альтруистического-эгоистического неизбежно возникает тема агрессивного поведения. Проявляя альтруизм по отношению к сородичам, особь может быть агрессивной в отношении «чужаков», а, выполняя родительские функции или отстаивая свое право на самку, самец нередко вступает в конфликт с другими особями. Иначе говоря, возникает необходимость рассмотреть проблему агрессивного поведения в животном мире. Это очень широкий и давно разрабатываемый спектр вопросов. Социобиологи опираются на значительный этологический материал, накопленный прежде всего К. Лоренцом и Н. Тинбергеном. По определению последнего агрессивной следует называть такую форму поведения «общественных» существ, которая таит в себе «тенденцию к устранению оппонента или, по крайней мере, к изменению его поведения таким образом, чтобы он не докучал своими нападениями». Лоренц считает, что агрессия есть состояние живого организма, свойственное ему постоянно. Именно в агрессивном поведении якобы наиболее полно проявляются индивидуальность и активность организма.

Социобиологи придерживаются тинбергеновских оценок и приходят к суждению о том, что человек все же не является суперагрессором в мире живого. Однако ими не подвергается сомнению то обстоятельство, что эта форма общественного поведения –

одна из характернейших черт природы человека. Э. Уилсон писал, что любая другая характеристика вида не столь распространена и легко вызываема, как агрессивное поведение, хотя открытая агрессивность не является отличительной чертой всех или даже большинства человеческих культур. Как тип поведения агрессивность больше всего сближает человека с животными, биологически необходима, она предполагает такие реакции, которые адаптивны и специально отобраны в процессе эволюции. Вот почему, полагает Уилсон, те общества, которые попытаются вообще устранить агрессивные проявления в повседневной жизни, снизят общую приспособленность человека. Дело в том, что некоторые агрессивные эмоции, стереотипы поведения выполняют роль своеобразных клапанов, выпускающих излишнюю энергию, не находящую себе другого разумного выхода. Впрочем, как считают некоторые последователи социобиологов, общества в конце концов научатся направлять агрессию в мирное русло. Это может быть достигнуто посредством направления агрессии в социально безопасное русло, например в спорт.

При обсуждении причин возникновения человеческого разума Уилсон не соглашается с теми авторами, которые чрезмерно возвышают роль естественного отбора, борьбы за существование и потому подчеркивают значение войн, межплеменных батальи. По мнению Уилсона, нет основания считать агрессивность основной причиной развития способности к культурной эволюции. Уилсон отмечает несколько форм агрессивности: защита и захват территории; борьба за доминирование в пределах организованных групп; акты агрессии при захвате чужого; агрессия по отношению к жертве; контратаки против агрессора; «моралистическая» и «дисциплинарная» агрессия, осуществляющаяся в пределах сообщества в основном в «воспитательных» целях.

Организованную агрессию, например войны, по мнению Уилсона, нельзя считать наследственно обусловленной формой группового поведения. Однако у людей есть наследственная предрасположенность к обучению некоторым формам взаимной агрессии. Если у общества есть необходимость проявлять агрессию (например, ему нужно бороться за жизненные ресурсы), а также в нем культивируются исторические традиции таких форм поведения (искусственно разжигается ненависть к какому-либо народу), то в этом случае групповая агрессивность обязательно проявится. В соответствии с этими взглядами практика войны являет собой пример развития гипертрофированной биологической склонности.

Некоторые сторонники социобиологии обосновывают наследственную природу агрессивности у человека тем, что агрессия коренится во всеобщих свойствах живого – в соперничестве, конкуренции и сотрудничестве. Конкуренция как одна из фундаментальных форм социального взаимодействия может быть подразделена на два типа: конкуренция в толпе – свалка и конкуренция в парном соперничестве – борьба. В обладании источниками ресурсов первый тип предшествует второму: первоначально все стремятся получить к ним доступ. Но в дальнейшем встает проблема контроля ресурсов, и тут наступает этап конкуренции в соперничестве. Именно на втором этапе агрессия проявляется максимально. Зато в дальнейшем к агрессии нет нужды прибегать вовсе: установленные иерархические связи индивидов направляют на определенный

период их поведение. Ситуации эти характерны как для животных, так и для людей.

Агрессия согласно Уилсону есть генетически детерминированные и отобранные в развитии живого образцы поведенческих реакций. Их характер таков, что каждая особь в процессе отбора обретает способность делить остальных на «своих» и «чужих». При этом должен был существовать отбор на отличие родственников и друзей от «чужаков». По отношению к чужим агрессивность была не только возможна, но и необходима. В этом отношении люди, как считают социобиологи, подобны всем прочим организмам и даже превзошли их в способности усиливать проявление внутривидовой агрессии – вести войну.

Отделение «своих» от «чужих» с последующей негативной реакцией по отношению к последним получило название ксенофобии (страха перед чужими). По мнению Р. Александера, обучить человека негативной или настороженной реакции на другого человека иностранца, например, нельзя. Высказывается идея о том, что должны существовать какие-то гены, заставляющие нас реагировать именно таким, а не каким-либо иным образом. С явной симпатией относятся к идее «генетики ксенофобии» Ч. Ламзден и Э. Уилсон. Ссылаясь на исследования психологов, они описывают реакцию маленьких детей при встречах с иностранцами. Ребенок отворачивается, прячет лицо в плечо матери и начинает плакать. Эта относительно сложная реакция впервые возникает в возрасте от 6 до 8 месяцев и достигает пика в течение следующего года. Она не зависит от предшествующего опыта общения с иностранцами, не связана с сигналами или какими-нибудь знаками дискомфорта со стороны матери.

Приверженцев социобиологии небезосновательно упрекают в редуccionизме, в сведении сложного явления к простому. Однако редуccionизм – неизбежный удел науки, начинающей изучать какое-либо сложное явление. Уилсон редко упоминает о культурологических объяснениях, которые предложили антропологи для многих социальных феноменов, за это его упрекают в провозглашении генетического детерминизма. Он полагает, что разнообразные генетически обусловленные ограничительные и побудительные факторы действуют на уровне эмоций. Выбор поведения определяется нашими системами ценностей, которые сами находятся под генетическим контролем. Если поведение определяется генами, то возникает вопрос о том, какова возможность перемен. Социобиологи выражают уверенность в том, что помочь человечеству может биологическое знание. «Мы должны сознательно выбирать между унаследованными эмоциональными ориентирами. Чтобы планировать свою судьбу, мы должны перейти от автоматического контроля, основанного на наших биологических качествах, к четкому управлению, базирующемуся на биологическом знании» [\[99\]](#).

Претендуя на познание сущности человека, социобиологи придерживаются главным образом установки на познание того, каков человек в действительности, а не этического требования – каким человек должен быть. Аналогично может быть охарактеризован и биополитический подход. По сравнению с социобиологией биополитика менее склонна к методологическими рассуждениям, ее внимание в

большей степени сосредоточено на выведении рекомендаций практического плана.

Биополитика – междисциплинарное научное направление (стык биологии, социологии и политологии), которое исследует формы межорганизменных взаимодействий на различных уровнях живого, включая человека. Биополитикой также могут быть названы все попытки применения биологических подходов, методов и данных в политологических исследованиях. Для биополитики характерен перенос исследовательских техник и методов, первоначально возникших в биологии, на политические исследования.

Биополитика как самостоятельное направление политической науки возникает и формируется в середине второй половины XX в. С исторической точки зрения первая крупная биополитическая школа, включавшая несколько центров, сложилась в США. В ее состав вошел целый ряд выдающихся ученых: Л. Колдуэлл, А. Сомит, С. Петерсон, Р. Мастерс, П. Корнинг. Позднее крупные школы образовались и в странах Европы (например, в Голландии, Германии, Греции). Помимо политологов, современные биополитические школы включают в себя биологов и философов.

Возникновению биополитики способствовал ряд факторов. В западной политологии в начале второй половины XX в. начинает происходить движение от физики к биологии как идеалу научности. Исследования политики начинают ориентироваться на доктрину натурализма, которая подчеркивает значение законов, управляющих природой человека, в политике. Биополитика развивает системный подход к политике (Д. Истон, Дж. Алмонд и др. политологи), который рассматривает политическую систему как целостный организм с кибернетическими входами и выходами материальных ресурсов и информации, что облегчало сопоставление политических и биологических систем. В западной политологии считают, что между биологией и политологией существуют области соприкосновения (по Р. Мастерсу): как в биологии, так и в политологии исследуются популяции организмов, меняющиеся с течением времени, при этом время является переменной решающего значения; обе науки занимаются исследованием сложных систем с механизмами саморегуляции, потоками информации, обратными связями и др.; в этих областях сложно, а зачастую и невозможно, поставить полностью контролируемый эксперимент; в биологии и политологии распространен телеологический способ рассмотрения проблем. Все это свидетельствует о методологической эффективности применения идей биологии в анализе политики.

В политологии в 60–70-е гг. XX в. наметился поворот от преимущественного исследования политических институтов (государственного аппарата, партий и т. д.) к преобладанию интереса к поведению людей как политических актеров. В связи с необходимостью теоретической разработки вопросов динамики политического процесса, политического поведения повышается интерес к наукам, изучающим побудительные мотивы поведения. Многие политологи, в первую очередь американской школы, призывают шире использовать данные этологии и социобиологии для эмпирически ориентированного исследования политического поведения.

Предмет биополитики и ее основные направления конкретизируются в программе биополитических исследований. Развитие биополитологических исследований в настоящее время происходит по нескольким направлениям.

Во-первых, к основным направлениям биополитических исследований следует отнести исследование природы человека. Биополитический подход продолжил традицию понимания человека как существа, укорененного в живой природе, сотворенного как продукт эволюции жизни. Такая трактовка представляет доктрину натурализма.

Во-вторых, биополитиков интересовали эволюционно-биологические корни политических систем. Это направление было призвано ответить на следующие вопросы: как возникли в ходе биологической эволюции и антропосоциогенеза политические системы? Можно ли обнаружить эволюционно-биологические корни государства? Что может эволюционно-биологическое прошлое политики сказать о ее настоящем и будущем? Биополитики попытались использовать современную эволюционную теорию и историкоантропологические разработки для анализа эволюции политических отношений. Это направление посвящено детальному анализу политического поведения индивидов и групп на основе данных этологии и социобиологии для решения вопроса об идентичности человеческого поведения поведению других биологических видов.

Поведение в таких исследованиях трактуется как способ связи физиологии живого организма с его средой обитания, ее ресурсами и особенностями, взятыми в динамике их развития и взаимодействия. Быстротечные изменения в окружающей среде не могут сопровождаться морфологическими приспособлениями, так как изменения в строении тела совершаются в эволюции слишком медленно. В таких условиях важны изменения в поведении. Поведение конкретного организма определяется внутренними и внешними программирующими воздействиями (внешние – индивидуальное приспособление, опыт; внутренние – результат постепенной эволюции). Биополитики используют тезис, что поведение человека и животных (имеются в виду высокоразвитые формы) определяется одними и теми же законами и физиологическими процессами.

Биополитиков интересует влияние эволюционно консервативных форм поведения (таких как агрессии, конкуренции, изоляции, кооперации, афiliation, доминирования и подчинения) на политическую деятельность и на формируемые ими политические структуры. Актуальным для биополитиков представлялось выявление биосоциального базиса политического поведения в политических ситуациях (бунт, уличное шествие, избирательная кампания, этнический конфликт, функционирование правительств и партий, взаимоотношения между лидерами и подчиненными).

Биополитики пытаются само понятие «политика» определить в этологических терминах. П. Корнинг, объединяя аналогичные феномены у многих социально организованных видов (пчелы, шимпанзе, львы, обезьяны резус, бабуины, люди), определяет политику как «коллективное предприятие, обеспечивающее выживание».

Третьим направлением биополитики стало выявление физиологических параметров политического поведения. Основной вопрос этого направления можно сформулировать как вопрос о влиянии соматических факторов на политическое поведение. Соматическими факторами являются голод, усталость, болезнь, стресс, возраст, пол, раса, интеллектуальный уровень, телесная конституция, биоритмы, алкоголь, наркотики, транквилизаторы, «психофармакология», плотность населения, невербальная коммуникация. В ходе исследования психофизиологических аспектов политического поведения ставится задача нахождения биохимических и биофизических коррелятов политического поведения. Биологами показано, что тенденция прибегать к насилию в условиях стресса есть общее свойство социально живущих млекопитающих. В природе стресс часто вызывается перенаселением и недостаточным питанием. В этом случае запускается механизм насилия, что ведет к сокращению численности популяции. У человека и у животных есть общие механизмы реакции на стресс (в том числе снижение физиологической репродуктивной активности). Следовательно, существует возможность создания теории, представляющей зависимость между активизацией ксенофобии и стрессом [\[100\]](#).

Кроме указанных трех теоретически ориентированных направлений, биополитика привлекается к решению конкретных политических проблем (данное направление обозначается *biopolicy*, в отличие от преимущественно теоретических направлений, обозначаемых термином *biopolitics*). Преследуется цель практического внедрения результатов всех рассмотренных выше направлений, чтобы составить политические прогнозы, экспертные оценки и рекомендации для политических деятелей и широких масс людей.

Приведем несколько примеров логики биополитического обращения к поведению человека. Значительный биополитический интерес представляет анализ маркеров – тех признаков, по которым происходит распознавание своих. Опознавательные маркеры биополитики подразделили на первичные маркеры, роднящие человека с другими живыми существами (запах, внешность, голос), и вторичные, культурно-обусловленные, символические опознавательные маркеры (язык, диалект, акцент; одежда, стиль, манера поведения; наконец, паспорт, униформа, национальный флаг). Биополитики пришли к выводу, что количественные параметры совпадения маркеров значимы для оценки силы афiliation – стремления особей быть вместе как внутри группы, так и между группами.

Биополитики предложили испытуемым американцам видеозаписи речей американских, французских и немецких политических деятелей. В основной серии экспериментов звук выключали, испытуемые не знали принадлежности политиков к определенной нации. Затем по нескольким шкалам, в том числе по эмоциональному термометру (где 100 – максимальная любовь, 0 – полная вражда, 50 – безразличие), оценивалось эмоциональное отношение испытуемых к политикам. В целом положительно (чуть больше 50 баллов) американцы отнеслись только к своим соотечественникам; к французам и особенно немцам американцы подсознательно отнеслись более негативно. Американцы казались американским испытуемым более

«интеллигентными» и «сильными», чем их французские и немецкие коллеги. Французские политики представлялись американцам «сопереживающими», «энергичными», «оптимистичными», а немецкие – «скучными», «некрасивыми», «холодными». Для создания этого впечатления было достаточно 10 с просмотра видеозаписей. В другом эксперименте, проведенном с немецкими испытуемыми, отношение к предложенным 45 политическим лидерам из 16 стран сформировалось в течение $\frac{1}{4}$ секунды! Характерно, что, когда в эксперименте с американскими испытуемыми включили звук (и тем самым сделали возможным сознательное восприятие национальной принадлежности), американцы резко улучшили свое отношение к чужестранцам. В данном эксперименте отчетливо прослеживается приоритетное значение биологически обусловленных маркеров, позволяющих в рекордно короткие сроки сформировать впечатление, подлежащее последующей корректировке при подключении культурно-обусловленных маркеров.

Разработка в рамках биополитики способов ограничений агрессивных взаимодействий между людьми обладает высокой практической значимостью. Поскольку такие социальные технологии, опирающиеся на биологические закономерности, при минимальном количестве затрат на применение технологий позволяют достичь значимых результатов. Например, для ослабления агрессии существенной тенденцией в эволюции социального поведения этологи считали ритуализацию. Под ритуализацией понималась замена прямых нападения угрозам, а также ограничение агрессивного взаимодействия, если оно все же состоялось, наименее вредоносными формами. Такими формами могут быть акты агрессии, направленные не против субъектов, а против символов (флага, изображения политического деятеля), а также ритуальные турниры, дуэли. Социальные технологии, разрабатываемые биополитиками, связаны с культивированием социально приемлемых стереотипов поведения, дружеских форм поведения, таких как кооперация (взаимопомощь при решении задачи) и афiliation (стремление особей быть вместе). Некоторые социальные технологии, нацеленные на стимуляцию несовместимых с агрессией чувств и форм поведения, опробованы в эксперименте. У групп испытуемых удавалось предотвратить акты агрессии, пробуждая сострадание, сопереживание к потенциальной жертве агрессии, например к рассердившему студентов экзаменатору, отвлекая испытуемых юмористическими картинками и анекдотами. Биополитики отмечают, что социальные технологии, направленные на стимулирование афiliation и кооперации, должны учитывать факт сложного переплетения дружественных и агонистических форм поведения.

В каждой социальной группе существуют правила, регламентирующие агрессивное поведение, и нарушители этих правил подвергаются наказанию. С точки зрения действия биологических закономерностей эффективно то наказание, которое снижает индивидуальную приспособленность (например, изгнание в примитивных обществах) и имеет цель сделать невыгодной внутривидовую агрессию. Сознание же дает возможность предвидеть вероятность наказания и использовать эту информацию для оценки последствий незаконного действия. Альтернативные мотивации наказания – законность и месть как факторы сдерживания агрессии, по мнению биополитиков,

имеют различное значение для биологического выживания группы. Законность – отражает интересы группы в целом, месть – части группы, связанной интересом или родством. Функциональное значение мести – показать, что группа сильна и не может рассматриваться как удобный объект для атак в будущем. Готовность к мести в ответ на агрессию укрепляет единство группы. Но институт мести ведет к неограниченному по времени продолжению враждебности и в конечном итоге снижает приспособленность обеих групп (кланов). Таким образом, система наказания, предотвращающая потребность мести, позволит кланам избежать взаимных нападений и сохранить статус сильной группы без доказательств.

Биополитика как подход к моделированию и оптимизации человеческих социальных структур предлагает взять на вооружение биологические механизмы нейтрализации агрессии. Альтернативу агрессии представляет изоляция, предполагающая уход от контакта с потенциальным агрессором, избегание его. Изоляция связана с образованием обособленных территорий. У животных имеются надежные способы маркировки территории (пахучие метки, территориальные песни птиц, угрожающие демонстрации на границах). Изоляция существует и в человеческом обществе в многообразных формах: изоляция в пещерах, домах, дворцах, изоляция в виде национальных, государственных, иных границ, в виде раздела сфер влияния, компетенции, уровней политических структур.

При невозможности территориального обособления вступает в действие подчинительное поведение – совокупность форм поведения, направленных на прекращение агрессии со стороны другой особи. Подчинительное поведение входит в состав наиболее эффективных буферов агрессии между приматами. Аналогичными приматам типичными формами подчинительного поведения у человека являются преуменьшение истинных размеров тела (опускается голова, сгибается спина), проявление инфантильного поведения, презентация партнеру наиболее уязвимых мест.

При исследовании политических ситуаций (общение лидера с его сторонниками, между людьми в возбужденной толпе, при избирательной кампании) для биополитиков важен анализ невербальной коммуникации. Невербальная коммуникация (от лат. *verbalis* – устный и *communicatio* – общаться) – поведение, сигнализирующее о характере взаимодействия и эмоциональных состояниях общающихся индивидов, иначе говоря, это формы передачи информации без помощи языка. Невербальная коммуникация уподобляет человеческий социум сообществам других организмов, где это естественный способ коммуникации. Невербальная коммуникация у человека дифференцирована по каналам передачи (телодвижения, жесты, мимика, позы, интонации голоса, придыхания и паузы в речи, химические стимулы (характерный запах)) и по типу передаваемой информации (сообщения доминирования и подчинения, сообщения о праве на территорию, ухаживание, сексуальный интерес, сообщения радости, страха, гнева, раздражения).

Человек имеет врожденную способность правильно интерпретировать многие из невербальных сигналов, которые общи не только у различных культур человеческого

общества, но и в принципе соответствуют сигналам человекообразных обезьян. К таким сигналам принадлежит важное для феномена харизматического лидерства выражение лица, свидетельствующее об отсутствии угрожающего поведения, способности владеть ситуацией, желании оказать поддержку другим людям. По убеждению биополитиков, люди положительно реагируют на кандидата, у которого теплая улыбка, дружелюбный наклон головы, который правильно устанавливает зрительный контакт с избирателями. Уменьшение частоты конфликтов, в том числе за счет невербальных сигналов, относится к важнейшим функциям политического лидера.

Биополитики, исследуя биологические основы поведения индивидов в политических ситуациях, выделяют типы политического поведения, опираясь на учение о темпераменте. Например, поведенческие особенности холерика рассматриваются как фактор, скорее всего, приводящий его в группу лидеров или оппозиционеров. В дискуссии от холерика возможно ожидать резких выпадов против оппонента, его энергию биополитики рекомендуют использовать для активизации других индивидов. Легкоранимый меланхолик глубоко переживает даже незначительные неудачи (при слабом внешнем выражении душевного состояния). По мнению биополитиков, это сложная для участия в политике категория граждан. Из-за неуверенности в себе меланхолики требуют постоянного внимания со стороны лидера, нуждаются в помощи для политической адаптации и повышения их политической активности. Речь идет о доминирующих признаках темперамента и их учете в политической деятельности. Сам же темперамент никакой политической нагрузки не несет.

При моделировании поведения людей в политических ситуациях, например на выборах, биополитики указывают на то, что в состоянии тревоги, страха люди ищут защиту у сильного, поддерживающего и защищающего их лидера. В экспериментах биополитиков испытуемым показывали змей или черепа (эволюционно древние релизеры страха), а затем этим же испытуемым предлагали посмотреть сюжеты с участием кандидатов в президенты США, отснятые для выборов разных лет. Встрепанные пугающими объектами люди тянулись из всех кандидатов к политикам, владеющим успокаивающими невербальными сигналами, демонстрировавшим готовность к решительным мерам ради достижения безопасности.

Признаком биополитики будет раскрытие механизма поведения, выведение интерпретации из определенной биологической концепции. Биополитики подчеркивают возрастание значения биологических механизмов в ситуациях нахождения индивида в толпе. Иррациональность инстинктов в толпе объясняется, в частности, стадным чувством, которое позволяет отдельным участникам или группам частично отключить сознание, волю и действовать по законам конформизма.

Дискуссия о правомерности использования биологических методов и подходов к анализу политики продолжается до сих пор. Данный подход при негибком проведении может привести к абсурду. Однако достижения биологических наук могут принести несомненную пользу общественным наукам, в частности политологии, при условии, что исследователи будут ясно осознавать границы применимости естественно-научного

инструментария и откажутся от попыток абсолютизации и универсализации результатов биологических исследований. Критика социобиологических и биополитических концепций в отечественной научной литературе была связана в первую очередь с их «несовместимостью с историческим видением сущности человека и общества», «отказом от признания специфичности социальных форм движения материи», вынесением за скобки ценностного и сознательного аспектов человеческой деятельности. «Политологи, активно использующие результаты и методы биологии, стремятся систематически рассмотреть все традиционные проблемы политологии, прежде всего политическое поведение, отношения власти и подчинения исходя из некоторой неизменной «природы человека», существующей вне конкретно-исторического контекста, редуccionистски вывести политическую теорию из якобы выявленных фундаментальных биологических закономерностей человеческого поведения, ставя человека в один ряд с другими социально живущими животными» [\[101\]](#). Такого рода критика, следует признать, содержит значительную долю истины.

Социобиология и биополитика при всей привлекательности имеют существенное ограничение. Человек представляет собой сложную, многоуровневую систему, его поведение не сводится к социально-биологическому уровню, на котором возможно сравнение с поведением животных. Имеются специфические для человека и человечества уровни духа, культуры, психики. Поэтому социобиологический и биополитологический подходы нуждаются в дополнении со стороны тех подходов, которые учитывают небιологические компоненты поведения человека.

Наиболее перспективным, несомненно, является подход, основанный на принципе золотой середины: использование биологических концепций для построения социально-политических теорий правомерно и даже необходимо, но до тех пор, пока оно не начинает абсолютизировать биологическую составляющую социальной и политической жизни. В современной науке невозможно пытаться решать задачи общественных наук без опоры на научно обоснованные данные о биологии человека. Если биополитическая исследовательская программа совершит серьезный прорыв в понимании механизмов политического поведения человека, многие современные представления социально-политической науки придется серьезно пересматривать. В частности, потребуются пересмотр устоявшихся традиций обоснования ценностей, рассматриваемых политической философией (демократия, равенство и т. д.).

Взаимодействие с политологами и представителями других социальных наук полезно и для биологов. Диалог с представителями социально-политической мысли позволит подвергнуть оценке корректность высказываний естественно-научных дисциплин о природе человека и общества, поведении человека и социальных групп. Требуется и разработка рекомендаций по социально-политической оценке биологических открытий с целью избежать болезненной реакции на сам факт проведения определенного научного исследования, а также для того, чтобы предвосхитить будущие, возможно опасные, последствия научных открытий. Биологи нуждаются и в предостережении от радикальных высказываний по политическим вопросам.

С середины 80-х гг. XX в. термин «биополитика» получил новую интерпретацию. Им стали именовать теорию биоса – комплекс теоретических идей, связанных с пониманием и оценкой важности жизни на Земле, рассматриваемой как единой целое (включая и биосферу, и человека), с формированием и распространением новых этических и культурных ценностей, с восстановлением первоначально существовавших тесных связей между человеком и его био окружением [\[102\]](#). Биополитика как теория биоса и биополитика как сфера применения социально-политологических понятий и методов в биологии возникли и развивались независимо.

Подводя итог, следует заметить, что существует несколько препятствий к самопознанию человеком естественно-научных аспектов его происхождения. Западная традиция мысли длительное время была склонна переоценивать собственно свободное поведение человека, исключая его из числа природных явлений, которые можно изучать.

Французский ученый и философ Б. Паскаль указывал, что опасно убедить человека, что он во всем подобен животному, не показав одновременно его величия. Не менее опасно убедить в величии, умолчав о низменности. Еще опаснее – не раскрыть ему глаза на двойственность человеческой натуры. Благотворно одно – рассказать ему и о той его стороне, и о другой.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем сущность концепции генно-культурной коэволюции в социобиологии?
2. Сформулируйте основные проблемы биополитических исследований, какие из них, по вашему, представляются наиболее актуальными? В чем особенности решения выделенных проблем с использованием биологических данных и подходов? Обоснуйте свою позицию.
3. Насколько можно доверять рекомендациям биополитиков при организации политических кампаний? Например, «постукивание оратора ребром ладони по трибуне свидетельствует о том, что он, мягко говоря, не убежден в том, что он проповедует. Не разглядывайте партнера в анфас – это одно из самых неприятных действий, которые человек и животные используют в редких случаях жизни. Используйте случайный, скользящий взгляд, не отмеченный в ходе эволюции угрозой». Какой рациональный смысл в этих рекомендациях, каковы ограничения?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. По мнению социобиологов, релизерные элементы облика человека, вызывающие симпатию, чаще локализованы: А) в профиле головы; Б) в строении нижних конечностей; В) в форме рук; Г) нигде конкретно не локализованы.

2. В современном естествознании «коэволюция» означает: А) современный этап взаимодействия природы и общества; Б) взаимное приспособление видов на конкретной территории; В) разрушение конкретного биоценоза; Г) форму борьбы за существование.
3. В природе потребность животных одного вида объединяться наиболее явно проявляется при сигнале: А) об индивидуальной опасности; Б) о наступлении времени спячки; В) о новых источниках пищевых ресурсов; Г) о коллективной угрозе.
4. Естественный отбор как фактор биологической эволюции для вида *Homo sapiens*: А) в настоящее время не действует; Б) проявляется только в форме дизруптивного отбора; В) потерял ведущую роль как фактор видообразования; Г) выполняет стабилизирующую функцию.
5. Основатель социобиологии: А) Уилсон; Б) Ч. Дарвин; В) К. Лоренц; Г) Н. Тинберген.
6. Этологи назвали сигнал, вызывающий сходную поведенческую реакцию у большой группы животных: А) зажигание; Б) релизер; В) стартер; Г) символ.
7. Агонистическое поведение – это поведение: А) связанное с конфликтами между организмами; Б) связанное с взаимопомощью у общественных животных; В) индивида в ситуации паники; Г) больших групп людей в политических ситуациях.
8. Биополитика – это: А) применение биологических данных и методов в политологии; Б) применение политологических подходов при изучении «общественных» животных (муравьи, пчелы); В) политика государства по охране живого; Г) то же, что геополитика.
9. Когда политик при произнесении важной речи дотрагивается до галстука или лица, то это интерпретируется биополитикой как сигнал: А) агрессии; Б) доминирования; В) страха; Г) самоуверенности.
10. С точки зрения биополитиков, иерархическая структура межорганизменных взаимодействий при наличии внешнего врага: А) ослабевает; Б) укрепляется; В) распадается; Г) трансформируется в колонию.
11. Стремление особей быть вместе биополитики называют: А) дружба; Б) афiliation; В) кооперация; Г) любовь.
12. Укажите пример изменения релизерного облика человека: А) покупка машины; Б) приобретение загородного дома; В) получение высшего образования; Г) использование косметики.
13. Что из перечисленного ниже является соматическим фактором политического поведения: А) теснота; Б) биологический пол; В) возраст; Г) воспитание; Д) образование.

ГЛАВА 11.

Индивидуальность человека: генно-средовая парадигма в современной науке

Когда говорят о человеческой индивидуальности, чаще всего имеют в виду различие по росту, телосложению, цвету кожи, способностям, воспитанию и образованию. По любому признаку, на который мы обратим внимание, люди отличаются друг от друга. Право на индивидуальный облик – это правомочие самостоятельно определять и пользоваться своим индивидуальным обликом, распоряжаться им в известных пределах, требовать от других лиц не нарушать неприкосновенность облика. Индивидуальный облик во многом определяется историей и традициями народа, уровнем благосостояния, возрастом, родом занятий и т. д. Распространены гражданскоправовые договоры, направленные на формирование индивидуального облика с помощью третьих лиц – специалистов (парикмахера, гримера, врача-косметолога и т. д.).

Однако научный разговор о человеческой индивидуальности подразумевает сосредоточение на факторах становления индивидуальности: генами или средой определяется формирование конкретных признаков человека? Каковы пределы изменений средствами образования и воспитания заложенных природой особенностей индивида?

В различных формулировках множество подобных вопросов давно волновали человечество. В истории культуры неоднократно возникали концепции, ставящие цель объяснить феномены гениальности, разные типы преступного поведения, психические особенности.

Среди особенностей личности при анализе взаимодействия биологического и социального выделяют темперамент. Концепция темперамента создавалась как сугубо медицинская доктрина, исходно предназначенная и служившая целям врачевания. Традиционно родоначальником доктрины темперамента считают Гиппократ, хотя оригинальность его теории не следует переоценивать: гилюзоисты привлекали внимание к причинам болезней, функции соков занимали Анаксагора, Демокрита и Алкмеона. Гиппократ присоединился к Эмпедоклу, принимая, что все тела состоят из четырех элементов: земли, воды, воздуха и огня, в организме он различает четыре основные материи – кровь, лимфа, желтая желчь, черная желчь. Гиппократ [\[103\]](#) выделяет четыре типа, происхождение которых он соотносит с четырьмя странами света: Востоком, Западом, Севером и Югом. С ними связываются четыре основных противоположных свойства природы: сухость, влажность, холод, тепло. Благодаря перечисленным свойствам природа, окружающая человека, и «делает» природу его самого. Например, сангвиники для Гиппократа – это люди, живущие на Востоке, а именно в Малой Азии. Климат там здоровый – теплый и сухой, местность цветущая, воды текущие и светлые, лучшие для здоровья. Люди довольно упитанны и крупны, внешне они мало различаются ввиду равномерности местного климата; они приятны в общении, спокойны и приветливы. Но мужественный дух, выносливость в труде и

смелость не могут рождаться в такой природе, по необходимости верх берет наслаждение. Холерики – люди Севера. Неизвестно, о какой стране говорит Гиппократ, может быть, о Македонии, но речь идет о горном регионе, где климат холодный и сухой, однако едва ли не более полезный, чем климат Востока. Местность дикая, воды быстрые, но тоже полезные для здоровья. Люди худощавы, сильны, энергичны. Нрав их горд, упорен, они способны к искусству и военному делу. Флегматики – люди Юга. Также неизвестно, о какой стране идет упоминание, но климат в ней описывается как влажный и мягкий, воды стоячие и затхлые. Тело человека рыхлое и сырое, люди вялы, сонливы, в искусстве неуклюжи, не имеют тонкости и остроты, слабы душой, плохо переносят труд. Меланхолики – люди Запада. Конкретный район тоже очерчен слабо. Автор лишь сравнивает эту страну по климату и местности с осенью, там люди хмуры и упорны.

Впервые в этих взглядах материальная основа тела была выведена из окружающей материальной природы. Утверждалось, что склад психики формируется внешней средой, он является естественным следствием физических условий. Условия создают конкретный тип конституции с определенным гуморальным механизмом и данную психическую структуру, но не прямо, а опосредованно, как результат образа жизни. Индивидуально-психологическое своеобразие человека выступает вполне закономерным феноменом, поскольку конституциональные особенности, общая активность, психические задатки и склонности обусловлены внешними физическими факторами, порождающими внутрителесный гуморальный механизм.

С появлением работ И. П. Павлова признано, что темперамент в своей основе является врожденной чертой человека. Подход Павлова к определению темперамента исходил из свойств нервной системы. По его мнению, темперамент детерминируется действием трех основных свойств центральной нервной системы: силой – слабостью, уравновешенностью – неуравновешенностью, подвижностью-инертностью процессов возбуждения и торможения. Считая их в комбинации, Павлов имел возможность «открыть» восемь типов, но, преклоняясь перед Гиппократом, сохранил представление о четырех типах темперамента. При этом свойства нервной системы он рассматривал не как причины темперамента, а как физиологические признаки четырех классических типов темперамента. Павлов ошибочно отождествлял картину поведения с типом высшей нервной деятельности. Тип высшей нервной деятельности действительно определяется свойствами нервной системы, но тип темперамента следует определять психологическими методами. Сам по себе темперамент не дает возможности судить о содержательной стороне личности. Никакой темперамент не служит препятствием для развития как социально ценных свойств, так и для отрицательных качеств.

Свойства темперамента существенно преобразуются при их включении в характер. В нем соединяются биологически детерминированный темперамент с особенностями социализации и воспитания, образования и т. д. [\[104\]](#) Термин «характер» был образован в языке древних греков от глагола, обозначающего чеканку, затачивание, заострение, зазубривание, разрезание, начертывание и т. д. [\[105\]](#) От названия различных орудий для действий слово перешло на обозначение смысла вырезанного, выгравированного,

клейменого, записанного и вообще помеченного и далее стало употребляться для указания на сам отпечаток, оттиск, штамп, метку. И только после этого образ штампа стал применяться к человеку (Геродот, V век до н. э.).

Начало возникновения научного подхода в изучении психологической индивидуальности связывается с появлением экспериментальной психологии. В 1878 г. Вильгельм Вундт (1832–1920) основал в Германии первую лабораторию экспериментальной психологии. Отмечая перспективы построения психологии как целостной науки, он предполагал разработку в ней двух непересекающихся направлений: естественно-научного, опирающегося на эксперимент, и культурно-исторического, в котором главную роль призваны играть психологические методы изучения культуры. По его мнению, естественно-научные методы можно были применять только к низшему уровню психики. Экспериментальному исследованию подлежит не сама душа, а только ее внешние проявления.

Взгляды Вундта послужили основой для изучения индивидуальности, которое прежде всего связано с именем Френсиса Гальтона (1822–1911). Он был первым, кто сделал индивидуальные различия между людьми специальным предметом исследования, создал измерительные процедуры и начальный статистический аппарат для оценки различий. Ф. Гальтон считается одним из основателей биометрии – количественного (статистического) анализа живых объектов. Он, например, изучал наследование роста, провел обмеры лондонцев, а затем попытался выяснить, есть ли какая-нибудь взаимосвязь между ростом родителей и их детей. Он пришел к выводу, что дети особенно высокорослых отцов имели рост выше среднего для всей популяции, а дети малорослых – ниже, дети отцов среднего роста по этому признаку не отличались от среднего для популяции. Таким образом, Гальтон сделал вывод, что рост относится к наследуемым признакам. Однако, строго говоря, эти результаты не позволяют сделать вывод о том, что высокий рост – биологически наследуемый признак. Этот вывод в качестве общего заключения не применим, поскольку не учитывались средовые факторы (например, условия питания), а также при исследовании только одного поколения невозможно сказать, сохранится ли замеченная тенденция в будущем. Пример Гальтона показывает, что даже правильное обращение с численными данными не всегда приводит к верным выводам на основе конкретных данных. Но он собрал большой материал, касавшийся, как можно сказать ныне, разных уровней в структуре индивидуальности – соматического, физиологического, психологического, он даже поставил вопрос о происхождении индивидуальных способностей и пытался решить его.

Работы другого ученого Вильяма Штерна (1871–1938), немецкого психолога, основателя персоналистической психологии, также можно отнести к основополагающим в изучении индивидуальных психических способностей. Он исходил из идеи синтеза естественнонаучного и гуманитарного знания о человеке. В. Штерн в 1900 г. в работе «О психологии индивидуальных различий (идеи к дифференциальной психологии)» впервые ввел в употребление сам термин «дифференциальная психология».

Реальное существование индивидуально-психологических особенностей, их значение в жизни людей, появление работ Гальтона, Штерна стимулировали изучение этих проблем с самых разных сторон – в рамках «характерологии», «этологии», «специальной психологии», «индивидуальной психологии». Однако до появления генетики проблема индивидуальности то выдвигалась на передний план, то отрицалась вообще.

С появлением генетики проблема индивидуальности получила не только право на существование и надежное обоснование, но и стала бурно исследоваться. Именно генетика описала механизм многообразия всего живого, указав, что одна из важнейших особенностей каждого вида живого – изменчивость составляющих его особей. И человек не является исключением из этого общебиологического правила.

При сравнении организмов между собой термином «признак» обозначают любую особенность организма как в его внешнем облике, так и во внутреннем строении. Многие признаки можно изменить или развить путем обучения и тренировки, однако главное свойство признаков – генетическая или наследственная основа. С одной стороны, есть признаки альтернативные – с четким различием в фенотипе, передающиеся потомству так, как будто они определяются одним или двумя дискретными генами. Очень часто, но не всегда на проявление таких признаков среда не влияет. С другой стороны, есть много признаков, которые можно назвать количественными: фенотипы их не дискретны, а образуют непрерывный ряд с разной степенью проявления какого-то свойства. По этим признакам особи не распадаются на отдельные группы, например, высокие – низкие, морозостойкие – неморозостойкие, вместо этого встречаются все промежуточные формы. Кроме этого эти признаки нередко подвержены сильному влиянию среды. Признаки, по которым нормальные особи в популяции отличаются друг от друга, в основном имеют количественную природу и представляют большой практический интерес: к таким признакам относится, например, молочная продуктивность у коров, урожайность пшеницы, уровень интеллекта у человека и многое другое. Точный механизм наследования таких признаков до конца неясен. Генетика количественных признаков составляет особый раздел науки о наследственности.

До XX в. было широко распространено мнение, что среда влияет не только на проявление наследственных признаков, но и на саму наследственность, то есть возникшие изменения передаются потомству. Генетика доказала, что приобретенные признаки, например, развитые мышцы, двигательные и умственные навыки или телесные увечья, не наследуются в генетическом смысле этого слова, так как они не изменяют структур носителя наследственности. Наследственная основа признаков любого вида закодирована в молекулах ДНК, присутствующих в каждой клетке организма. Их совокупность называют генотипом. Генотип практически всех организмов, включая человека, представлен не одним, а двумя наборами генов. У каждой особи может быть только два гена данного признака, но в крупной популяции обычно существует множество их вариантов, генетики называют такие варианты аллелями. В популяции каждый ген может встречаться в виде множества аллелей. Аллели – это различные формы гена, которые определяют разные формы одного и того

же признака. Наличие нескольких аллелей каждого гена в популяции обеспечивает определенный уровень генетического полиморфизма (например, три аллеля обуславливают существование четырех групп крови у человека).

Главная причина того, что приобретенные признаки не наследуются, – это односторонний характер потока генетической информации: она передается от ДНК к белку, тогда как передача от белка к ДНК невозможна. Изменения фенотипа не сказываются на нуклеотидной последовательности ДНК. Вопрос о передаче приобретенных признаков может показаться внутренней проблемой генетики, которая уже решена и представляет лишь исторический интерес. В чисто научном плане это так. Однако возможности наследования приобретенных признаков, как и вопрос о роли среды и наследственности, до сих пор имеют политическую и социальную окраску.

В основе индивидуальности человека лежат биологические причины. Рост тела сопровождается делением клеток, в ходе которого каждая новая клетка получает точную копию обоих наборов генов. Однако при образовании половых клеток процесс деления происходит иначе – в них попадает только по одному набору. При оплодотворении происходит объединение их генных наборов, и в новом организме набор становится двойным. Поскольку сперматозоид и яйцеклетка несли случайные сочетания родительских генов, в результате каждого оплодотворения возникают новые их комбинации, отличные от родительских. Таким образом, все потомки, а следовательно, и все члены популяции (за исключением гомозиготных близнецов) отличаются друг от друга своими генотипами. Эта генетическая изменчивость лежит в основе наследственной изменчивости признаков.

Еще одним источником наследственной изменчивости служат мутации. Они представляют собой случайные изменения ДНК и могут затрагивать любой ген или группу генов. Мутации возникают спонтанно, без видимой причины. Известно, что частоту мутаций можно значительно повысить, воздействуя на организм излучением высокой энергии (рентгеновским или радиоактивным) и различными химическими соединениями. Многие из мутагенных факторов используются в промышленности или присутствуют в отходах производства. К сожалению, мутации нередко приводят к неконтролируемому делению клеток и развитию раковых опухолей или, если затрагиваются половые клетки, к появлению в следующем поколении особей с врожденными дефектами. В целом благодаря мутациям, а также расхождению и рекомбинации генов в процессе полового размножения наследственная изменчивость организмов неизбежна.

Но разнообразие признаков определяет не только механизм наследования, но и среда. Когда мы наблюдаем тот или иной признак, то мы имеем дело с фенотипом, продуктом сложного взаимодействия генотипов и среды.

Интересно, что существует определенная зависимость между мировоззренческими установками индивида и решением им вопроса о соотносительной роли среды и наследственности в формировании способностей человека. По данным социологических опросов, на вопрос о том, какой из факторов – гены или среда – определяет

политические устремления, религиозный выбор, моральные установки, психические особенности и физические характеристики, представители различных политических ориентаций отвечают по-разному. Чем левее в политическом спектре расположена партия, тем больше представители данного политического движения уповают на среду. Обычно те, кто стремится к сохранению существующей конфигурации общественной жизни, склонны думать, что признаки человека определяются главным образом генами. Лучшей наследственностью склонны объяснять властители традицию передачи их собственного статуса потомству. Реформаторы же предпочитают сводить роль генов к минимуму и преувеличивать роль средовых факторов. Не обладающие властью субъекты надеются и верят, что гены не определяют ничего, все люди равны. Они считают, что гены у всех людей равноценны, если не считать некоторых второстепенных особенностей. Все существенные различия обусловлены разницей в воспитании, образовании и условиях жизни.

Вопрос о роли «природы» (генов) и «воспитания» (среды) в развитии того или иного признака – это проблема наследуемости. Наследуемость – относительная доля изменчивости какого-либо признака, определяемая различиями в генотипе. Наследуемость – это не свойство признака или гена, его определяющего, а свойство всей системы.

Изучая популяцию в определенных условиях среды, ее можно охарактеризовать средней величиной признака и разбросом величин вокруг средней. В обычных условиях можно точно определить только среднюю величину и разброс величин вокруг средней, но в принципе существует два способа экспериментального разделения вклада наследственности и среды. Один способ – это сделать среду одинаковой для всех особей, другой – обеспечить их генетическую одинаковость. Создание одинаковых условий среды привело бы к тому, что весь разброс вокруг средней величины признака целиком определялся бы генетическими различиями. На первый взгляд создание всем особям идентичной среды существования может оказаться делом несложным. Однако даже в идеальных лабораторных условиях возникают неуловимые компоненты среды, влияние которых на разные организмы может быть различным. В большинстве практических ситуаций контролировать условия среды не удастся, это особенно относится к изучению генетики человеческих популяций. Тогда остается путь контроля за генотипами в тех случаях, когда это возможно. Когда все особи в популяции генетически идентичны, индивидуальные отклонения от средней величины признака целиком определяются действием среды. Можно создать множество генетически однородных растений, однако получать генетически однородные популяции людей или крупного рогатого скота практически невозможно. Поэтому применяют иной подход: оценивают, насколько более сходны между собой родственные индивиды, чем неродственные, исходя из наличия сходства генотипов родственников. Сходство выражается коэффициентом корреляции: чем выше сходство, тем ближе коэффициент к единице. Коэффициент корреляции служит мерой разброса, он указывает, насколько выражена тенденция изменения одной переменной при изменении другой. Коэффициент корреляции используется в самых разных областях, например, в физике, психологии, медицине и экономике, для того, чтобы выяснить, как связаны между

собой какие-то две переменные величины. Такими величинами может быть урожай пшеницы и рыночные цены на нее, курение и рак, уровень образования и размер доходов и т. д.

Количественные методы широко распространены, в том числе и при изучении проблемы наследования умственных способностей. Чем в более близком родстве находятся люди, тем более сходны они по умственным способностям. Поскольку это отмечается и тогда, когда люди воспитывались порознь, сходство не может определяться только условиями среды. Умственные способности частично зависят от наследственности, частично – от среды. Неродственники, воспитанные вместе, более сходны между собой, чем люди, выросшие порознь. Для последних коэффициент корреляции равен нулю, так и должно быть, поскольку нет никакой связи ни между их генотипами, ни между их условиями жизни. Это относится и к приемным детям, если бы среда не оказывала влияния, то их специфическое сходство с приемными родителями было бы равно нулю, чего не наблюдается. Приемные дети похожи на своих родителей приблизительно в той же мере, как и другие неродственники, выросшие вместе. Напротив, родственники, выросшие порознь, менее сходны, чем воспитанные вместе. Таким образом, для развития умственных способностей важны и гены, и среда.

Причины внутрипопуляционных различий исследует научная дисциплина под названием «психогенетика», использующая в качестве основных методов популяционный (или популяционно-статистический, или популяционно-генетический), генеалогический (или метод семейных исследований) метод, метод приемных детей, метод близнецов.

Генеалогический метод применяется только для нуклеарных (ядерных) семей, где совместно проживают дети и их кровные родители. К родственникам первой группы родства относятся пары «родитель-потомок» и «сиблинг-сиблинг» (родные братья и (или) сестры). Они и только они имеют в среднем 50% общих генов. Метод основан на том, что если какой-либо признак кодируется в генах, то близкое родство должно привести к тому, что люди будут похожи по данному признаку. Если осуществляется диагностика интеллекта в семье и предполагается, что интеллект содержится в генах, то ожидается большое сходство по интеллекту у более близких родственников (чем больше общих генов, тем больше похожи они по интеллекту). С уменьшением степени родства уменьшается доля общих генов и по схеме метода должно снижаться сходство людей. На первый взгляд метод объективен, но возникают проблемы с широким разбросом корреляции для каждого класса родственников.

Генеалогический метод фиксирует значимую роль семьи, которая и без специальных исследований может быть прослежена на многочисленных примерах. Величайший живописец эпохи Возрождения Джованни Беллини происходил из семьи известных венецианских художников. Обучался у отца – блистательного художника Якопо Беллини. Музыкальная семья Бахов на протяжении почти трехсот лет рождала крупных деятелей искусства, в их числе гениального И. С. Баха и его сыновей. Один из них, Вильгельм, «галльский» Бах, композитор и органист, был выдающимся

импровизатором. Карл Филипп Эмануэль, «берлинский» Бах, оказал влияние на композиторов венской классической школы. Иоганн Кристиан, «лондонский» Бах, вдохновлял творчество юного В. А. Моцарта. Дед Чарлза Дарвина и Ф. Гальтона был выдающимся врачом, натуралистом и поэтом.

Олдос Хаксли, английский писатель, был внуком выдающегося биолога Т. Г. Хаксли, его старший брат, Джулиан, стал видным биологом.

Одна ветвь той же американской семьи дала президента США Теодора Рузвельта (1858–1919), а другая – Франклина Делано Рузвельта (1882–1945), единственного в истории США человека, четырежды избиравшегося на пост президента.

История, однако, знает и примеры, когда гении не имели ни знаменитых, ни выдающихся предков, то есть не получили по механизмам биологического наследования никаких «генов гениальности». Исаак Ньютон был сыном скудного фермера. Бенджамин Франклин, один из основателей США, ученый и писатель, – младший ребенок в многодетной семье мыловара. Поэт и живописец Т. Г. Шевченко родился в семье крепостных крестьян и смог начать систематически учиться лишь в возрасте 28 лет.

Вместе с тем немало известных деятелей родились и воспитывались в обеспеченных семьях, хотя их родные не были широко известны. Леонардо да Винчи родился в семье богатого нотариуса. Отец А. И. Герцена И. А. Яковлев – один из богатейших людей России – оставил сыну гигантское состояние. И. К. Айвазовский происходил из семьи армянского купца, был самым богатым художником в России. Влиятельнейший философ XX в. Л. Витгейнштейн происходил из богатой венской семьи.

Значительную роль благоприятной семейной атмосферы можно проследить в биографиях многих мыслителей. Академик А. Д. Сахаров – выходец из интеллигентной семьи довольно высокого достатка, его отец, сын известного адвоката, был музыкально одаренным человеком, получил музыкальное и физико-математическое образование. Эрвин Шредингер, один из ведущих физиков-теоретиков XX в., имел безоблачное детство. Его отец много лет был вице-президентом Венского ботанико-зоологического общества.

Э. Шредингер писал впоследствии, что отец был ему «другом, учителем и неутомимым собеседником». Мать Эрвина была чуткой, заботливой и жизнерадостной женщиной. Шредингер владел шестью иностранными языками, хорошо знал немецких поэтов, сам писал стихи.

Таким образом, метод семейных исследований сам по себе без объединения с другими методами имеет очень низкую разрешающую способность и не позволяет надежно «развести» генетический и средовой компонент дисперсии признака.

Очень корректен в теоретическом плане метод приемных детей: исследователи разыскивают детей, которые в раннем возрасте взяты от биологических родителей и

усыновлены приемными родителями, затем измеряют признак у ребенка, приемных родителей, биологических родителей. С биологическими родителями как родственниками первой степени дети имеют 50% общих генов, но не имеют никакой общей среды; с приемными родителями дети, наоборот, имеют общую среду, но не имеют общих генов. Тогда при оценке сходства исследуемого признака в парах «ребенок – биологический родитель» и «ребенок – усыновитель» ожидается, что больший удельный вес генетических детерминант проявится в большем сходстве ребенка со своим биологическим родителем; если же превалируют средовые воздействия, то, напротив, ребенок будет больше похож на усыновителя.

Применение данного метода при исследовании интеллекта показало, что в одинаково хорошей среде распределение оценок IQ (коэффициента интеллекта) приемных детей сдвинуто в сторону более высоких значений, если биологические родители имели высокий интеллект, и в сторону низких – если они имели сниженный интеллект. Метод приемных детей – единственный метод, который позволяет хоть как-то подойти к антитезе «генотип – среда» у человека. Данный метод вполне позволяет оценить вклад наследственности и среды, но существуют ограничения на распространение выводов, сделанных на базе применения этого метода, на всю популяцию. Ограничения связаны с тем, что во многих странах государство гарантирует тайну усыновления или засекречивает биологических родителей. В данном методе необходимо вводить поправку на личностное отношение детей к приемным родителям и, наоборот, приемных родителей к детям. Кроме того, для родных и приемных детей субъективная средовая ситуация разная, и это следует учитывать. Дополнительную сложность составляет и необходимость оценки среды и проявления исследуемого признака у биологических родителей. Кроме того, существует проблема пренатальных влияний материнского организма на особенности будущего ребенка, которые должны повышать сходство матери и отданного на воспитание ребенка за счет внутриутробных, но средовых, а не генетических факторов. Как считают некоторые исследователи, плод к моменту рождения уже имеет некоторый «опыт», ибо его нейроанатомические особенности, кортикальный субстрат и структура внутриутробной среды допускают возможность некоторого, условно говоря, научения. Если это так, то сходство биологической матери с отданным в приемную семью ребенком может иметь негенетическое происхождение. Преодоление последней проблемы, возможно, достигается в методе близнецов.

Появление близнецов издавна сопровождалось удивлением, изумлением, мистическим ужасом. В конце XIX в. английский психолог и антрополог Ф. Гальтон обратил внимание на то, что близнецы бывают внешне похожие и непохожие, и решил узнать, будут ли они похожи по жизни. Метод близнецов обрел черты подлинно научного метода в 20-х гг. XX в., когда появилось научное знание о двух типах близнецов и способы диагностики того, к какому типу относится каждая конкретная пара. Близнецы бывают монозиготные (100% одинаковых генов) и дизиготные (50% общих генов, с генетической точки зрения это родные братья и сестры, просто родившиеся в одно время). Если оба близнеца растут в одной семье, то можно предположить, что влияние среды в принципе одинаково. Налицо идеальная схема

двухфакторного эксперимента: один фактор (среда) уравнен, а по генотипу четко видно, что близнецы или одинаковы, или неодинаковы. Если подобрать пары близнецов из похожих по средовым условиям семей, то изучение одного свойства у монозиготных близнецов и родителей и у дизиготных близнецов и их родителей позволит определить преимущественный фактор формирования конкретного исследуемого признака. Если указанные сравнения дадут высокий коэффициент корреляции, то изучаемое свойство формируется преимущественно средой. Если корреляция будет низкой, то это свойство следует признать как формирующееся в большей степени под влиянием генов.

Разновидностью метода близнецов является методика разлученных близнецов, заключающаяся в оценке внутрипарного сходства исследуемого признака у близнецов, разлученных в детстве и, следовательно, воспитанных в разных средах. Наибольшую научную ценность представляют исследования пар монозиготных близнецов, разлученных в первые месяцы или годы жизни. Когда два генетически идентичных человека растут в разных средовых условиях, их сходство, если оно констатируется, не может быть объяснено сходством среды, а получаемые корреляции есть непосредственная мера наследуемости признака. Результаты применения этого метода для изучения интеллекта свидетельствуют о том, что даже врозь воспитанные монозиготные близнецы имеют более высокое в среднем сходство показателей IQ, чем дизиготные близнецы и сиблинги, выросшие вместе.

Но и в методе близнецов есть две группы ограничений, связанных с внутриутробным и постнатальным развитием близнецов. В случае отбора для наблюдений и экспериментов близнецов со значительной разницей в росте и весе при рождении результаты могут быть искажены. Ограничения, связанные с постнатальным развитием, ставят под сомнение тезис о возможности рассматривать среду близнецовых пар как приблизительно равную. Среда монозиготных близнецов всегда более похожа, чем среда дизиготных близнецов. В традициях многих культур семья и общество всячески стараются подчеркнуть одинаковость монозиготных близнецов, с течением времени и сами близнецы начинают осознавать и подчеркивать сходство. Таким образом, похожесть свойств может быть результатом совокупного действия и генотипов, и среды, то есть теоретическая состоятельность метода может быть поставлена под сомнение. В работах по проверке метода обратили внимание на то, что на результаты экспериментов по выявлению коэффициента корреляции сходства могут сказываться и особенности внутрипарных отношений. В парах близнецов часто формируется так называемое «чувство близнецовости», то есть происходит самоидентификация каждого из близнецов не в качестве самостоятельной автономной личности, а только в связи с парой. Такое чувство может быть травмирующим, если подчеркивание парности (и родителями, и окружающими) продолжается во взрослом возрасте, психологические последствия таких ошибок в воспитании и общении могут быть тяжелыми.

Психогенетика вне зависимости от используемого для изучения конкретного свойства метода рассматривает вопрос о факторах индивидуальности человека, о причинах внутрипопуляционных различий. В обобщенном виде ответ на вопрос о причинах

различий выглядит так: люди различаются между собой, потому что у них различный генотип и они живут в разной среде.

Концепция двух факторов индивидуальности – генно-культурная парадигма – критиковалась с различных точек зрения. Нет таких признаков, которые полностью детерминировались бы сугубо биологическими или строго социальными факторами (то есть полностью определялись только одним фактором). Большая часть критики направлена на развенчание представления о биологической детерминации признаков.

Кроме того, концепция двух факторов не учитывает собственной активности личности. Многие герои науки и искусства были от природы болезненными детьми. Философ Блез Паскаль увлекался в детстве математикой, но при этом много болел, и врачи требовали, чтобы отец препятствовал усиленным занятиям мальчика. Выдающийся государственный деятель, реформатор, сподвижник Александра II Освободителя, министр народного просвещения в 1862–1866 гг. Александр Васильевич Головин родился очень слабым и нездоровым ребенком, до пяти лет он не мог ходить и говорить.

Экспериментальные данные подтверждают, что собственная активность личности может менять соотношение биологического и социального (наследственного и средового) в определенных психологических реакциях. Любой фенотипический признак формируется во взаимодействии организма и среды. Кроме того, в генах не закодировано конкретное значение признака, только некоторый диапазон возможностей – норма реакции. У разных людей разный диапазон возможного проявления признака на базе индивидуального генотипа. Точное проявление признака, расположенное внутри диапазона, (проявление количественного признака) зависит от среды, которая или создаст или не создаст условия для реализации возможностей, предусмотренных генотипом.

Среди исследуемых признаков индивидуальности, пожалуй, наибольший общественный интерес вызывает интеллектуальность. Пытаясь определить наследуемость умственных способностей у человека, нужно прежде всего знать, в чем они выражаются. Обычно нетрудно распознать очень высокий и очень низкий уровень умственных способностей, гораздо труднее сравнить людей средних способностей или же очень способных, но одаренных в разных сферах деятельности. Для этой цели в настоящее время широко используются тесты умственных способностей.

Формирование тестовых методов распознавания интеллектуальности принято связывать с бихевиоризмом. Методологическая концепция бихевиоризма основывалась на том, что между организмом и средой существуют детерминационные отношения. Организм, реагируя на стимулы внешней среды, стремится изменить ситуацию в благоприятную для себя сторону и приспосабливается к ней. Бихевиоризм ввел в психологию в качестве ведущей категорию «поведение», понимая его как совокупность доступных объективному наблюдению реакций на стимулы. Поведение согласно концепции бихевиористов является единственным объектом изучения психологии, а все внутренние психические процессы должны быть интерпретированы по объективно

наблюдаемым человеческим реакциям.

Сегодня, несмотря на широкое применение тестовых методик оценки интеллектуальности, можно констатировать, что не существует общепринятого определения интеллекта и понимания того, в каком виде он может быть проанализирован. Первым исследователем, употребившим в литературе термин «интеллектуальный тест», был Дж. М. Кеттел. Этот термин после статьи Кеттела «Интеллектуальные тесты», опубликованной в 1890 г. в журнале *Mind*, приобрел широкую известность. В статье Кеттел писал о том, что применение серии тестов к большому числу индивидов позволит открыть закономерности психических процессов и тем самым приведет к преобразованию психологии в точную науку.

Первый шаг в развитии метода тестов интеллекта был сделан французским врачом и психологом А. Бине (1857–1911), создателем самой популярной серии тестов. В начале XX в. Бине было поручено разработать методики для определения детей, способных к учению, но ленивых и не желающих учиться, и детей, страдающих врожденными дефектами и неспособных учиться в обычной школе. Была проведена серия экспериментов по изучению внимания, памяти, мышления у детей разного возраста. В основе этих экспериментов лежало представление о том, что развитие интеллекта происходит независимо от обучения, в результате биологического созревания. Показателем в указанных экспериментах был умственный возраст, который определялся по успешности выполнения тестовых заданий, но он мог расходиться с хронологическим возрастом. Само название IQ (коэффициент интеллекта) предполагало операцию деления полученных при выполнении теста баллов на возрастную поправку.

С течением времени из теста для отбора детей, нуждающихся в коррекционных занятиях, тесты интеллектуальности превратились в набор вопросов или задач разной степени трудности для оценки интеллектуальных способностей. Результат теста должен как можно более точно соответствовать социальной оценке интеллектуальных способностей данного человека и предсказывать ожидаемые академические успехи испытуемых. Создатели тестов старались исключить влияние половых различий, утверждая, что тесты не связаны с культурными влияниями, а в некоторых ранних тестах предполагалось, что можно исключить влияние на результаты языковых различий. Поскольку это явно невозможно при исследовании вербального интеллекта, были затрачены огромные усилия на создание невербальных тестов, которые, как предполагалось, и разрешают проблему исключения влияния культуры. Однако стандартизация тестов не коснулась расовых или классовых различий, поскольку именно они и были теми самыми важными различиями, которые должны были выявлять тесты.

В течение XX в. исследователи интеллекта считали, что различия в интеллекте являются причиной различий в социальной успешности, и тесты, предположительно измеряющие интеллект, должны надежно отделять тех индивидов, которые с высокой вероятностью достигнут успеха в обществе, от тех, у которых шансов на успех меньше.

Так тесты IQ превратились в метод оценки у детей врожденных умственных способностей, которые, как предполагалось, независимы от обучения и прошлого опыта. Представление о том, что тесты IQ измеряют нечто внутренне присущее индивиду и независимое от влияния внешних условий, лежит в основе самой идеи интеллектуального тестирования.

Большое внимание уделялось предполагаемой неизменяемости IQ, которая противопоставлялась развитию способностей, происходящему в процессе жизни человека. Баллы по тестам IQ, полученные у одного и того же человека дважды за небольшой отрезок времени, высоко коррелируют друг с другом ($r = + 0,95$). На этом основании тест считается надежным. Результаты тестирований, разделенных годами, коррелируют друг с другом слабее, особенно если второе тестирование проводится во взрослом возрасте. Однако корреляция между результатами при проведении повторного тестирования через 10 лет остается надежно высокой ($r = + 0,80$). Различные компоненты тестов IQ, такие как словарный запас, аналогии, распознавание образов и другие вербальные и невербальные части батарей тестов, также надежно коррелируют друг с другом. Корреляция между тестами и их частями рассматривается как доказательство того, что все они измеряют лежащий в их основе общий интеллект, так называемый фактор g. Общий интеллект отражается в разных субтестах по-разному, но сам он является устойчивой чертой организма, которая не развивается с возрастом и не подвержена влияниям окружающей среды. Таким образом, теоретические основания интеллектуального тестирования оказались жестко соотнесенными с биологическим объяснением вариативности поведения.

Однако экономический и социальный успех может быть результатом многих факторов, среди которых интеллект – это только один из факторов, и сами эти факторы могут быть причинно связаны друг с другом. При существовании множественных и сложных путей причинных влияний факт корреляции двух переменных не может четко определить причины и следствия.

Сегодня в науке в изучении интеллекта выделяют три основных направления: классическое, ревизионистское и радикальное. Классическое направление было нацелено на изучение и описание врожденных интеллектуальных способностей. Оно началось с работ Ч. Спирмена, который ввел понятие G-фактора – некоего врожденного ядра интеллекта. Позже исследователи усложнили картину. Л. Терстоун, например, выделял G врожденных способностей, и прежде всего вербальную, вычислительную и пространственную. Дж. Клиффорд разложил структуру интеллекта более чем на 120 компонентов. Главный вывод классического направления состоит в том, что правильно построенный тест не имеет ни этнической, ни расовой направленности, а результаты его применения не зависят от социальной, экономической или культурной принадлежности испытуемого.

Ревизионисты, в том числе Ж. Пиаже, в принципе не возражали против того, что интеллект может иметь какую-либо структуру, однако акцент делали на процесс мышления. Статические структуры, по их мнению, недостаточны, чтобы понять, как

приобретается и обрабатывается информация. Исследование интеллекта в рамках этого подхода не только должно быть связано с описанием структуры процесса мышления, но и выявлять роль интеллекта в автоматизации и закреплении навыков, а затем решать проблему соответствия тестов IQ реальной жизни.

Радикалы, в том числе У. Липман и Г. Гарднер, развивают теорию множественности интеллекта. Они категорически не согласны с тем, что такую изменчивую субстанцию, как интеллект, можно измерить. Рассуждения в рамках этого подхода в основном строятся на критике существующих тестов и отражают негативный настрой практиков, далеких от теоретических споров.

Некоторые исследователи в последние годы высказывают предположения, что, кроме коэффициента умственного развития, академическую успешность определяет нечто не проявляющееся при тестировании на IQ. Это так называемый «эмоциональный интеллект» (EQ). Данный термин был введен в научный язык для описания таких человеческих способностей, как понимание своих собственных чувств, умение поставить себя на место другого и контроль над эмоциями для повышения собственной жизнестойкости. Тестирование эмоционального интеллекта исходит из посылки о том, что примитивная эмоциональная реакция была необходима предкам современного человека для выживания. В современной культуре эмоциональные переживания, не имея такой непосредственной значимости для выживания, тем не менее важны для успешной коммуникации.

Эмоциональный интеллект – это способность понимать отношения личности, репрезентируемые в эмоциях, и управлять эмоциональной сферой на основе интеллектуального анализа и синтеза. Изучение эмоционального интеллекта лежит на стыке исследования познавательных и мотивационных процессов. Успешность решения задач на понимание эмоций зависит от множества факторов: от осознания переживаний; от умения обозначить переживаемую эмоцию; от способности отвлечься от переживаний и переключиться на причину эмоций, предмет переживания; от осознания мотивов. Эмоциональный интеллект может изменяться с течением времени, тренироваться и развиваться. По мнению создателей концепции эмоционального интеллекта, от степени развития этой способности зависит успешная адаптация и взаимодействие с окружающим миром субъекта. На первый взгляд в этом подходе мало оригинального. Еще Аристотель считал, что каждый может проявить гнев, однако непросто показать свой гнев кому следует, в должной мере, в нужное время, соответственно ситуации. Оценка человека как приятного собеседника, располагающего к общению соседа, успешного сотрудника и прочее происходит вне зависимости от знания или незнания о понятии «интеллектуальный интеллект». Лучшими работниками часто считаются не те, у кого высокий коэффициент интеллекта, а те, кто хорошо ладит с людьми, пользуется уважением у сотрудников и умеет завоевывать расположение тех, от кого зависит их карьера. Понимание человеком своих эмоциональных переживаний, способность контролировать проявление эмоций способствуют успешному общению между людьми. Всех этих качеств могут быть лишены малообщительные, но обладающие высоким интеллектом «гении», которые

часто отличаются неуживчивостью, авторитарностью, амбициозностью, конфликтностью.

Развитие концепции EQ связано с формированием стандартизированных количественно ориентированных процедур. Гарвардские психологи разработали тест для определения невербального восприятия, позволяющий измерить способность человека правильно оценивать эмоциональные сигналы. Испытуемые, правильно распознавшие выражение чувства, имели больший успех на работе и в личной жизни, такие дети лучше учились, даже при весьма средних показателях теста IQ. Основой эмоционального интеллекта, от которого зависят все проявления эмоций, является самосознание. Поняв причину своей эмоциональной реакции, человеку проще справиться с ситуацией, управляя проявлением собственной эмоции. Задача современной науки – пытаться понять, как коэффициенты IQ и EQ дополняют друг друга.

Исследования индивидуальности с использованием тестов интеллекта и эмоциональных тестов указывают на совокупную роль генетических и средовых факторов. Фундаментальная проблема, возникающая в связи с этим выводом, имеет социально-экономическую и политическую основу. Значимость разнообразных средовых условий ставит вопрос о том, каким образом могут быть созданы достойные (разнообразные) условия существования для каждого члена общества.

В современных условиях браки и рождение детей совершаются все чаще внутри определенных социально-экономических групп, и с течением времени увеличивается определенное закрепление генетических вариаций внутри данных групп (например, профессиональных). При этом наблюдается тенденция к уменьшению роли образования при выборе места работы. Чем выше образовательный уровень матери, тем меньше детей она имеет, независимо от того, к какой расе она принадлежит. Во всех социально-экономических группах баллы в тестах интеллекта у белых американцев выше, чем у афроамериканцев, но различия особенно велики на верхних ступенях социальной лестницы.

В литературе часто используется термин «интеллектуальная элита». Меры взращивания или сохранения элитарности достаточно разнообразны и существенно отличаются в зависимости от страны. Речь может идти о поощрении высокой рождаемости у женщин с высоким интеллектом, перераспределении средств, выделяемых на развитие среднего и высшего образования, в пользу наиболее одаренных, построении государственной системы не на основе квот (национальных, социальных или других), а с учетом эффективности использования интеллектуального потенциала. Все чаще раздаются призывы перейти от искусственного уравнивания, порождающего так или иначе еще большее неравенство, к подлинному равноправию. Например, Нюборг (профессор Орхусского университета, Дания) проводил исследования в области человеческого интеллекта исходя из представлений о том, что человеческий интеллект запрограммирован генетически и передается по наследству, означая для нашего успеха или успеха в жизни больше, чем все социальные факторы

вместе взятые. Ньюбург указывал на высокую корреляцию между величиной IQ индивида и его дальнейшими социальными успехами: по статистике, дети слабоинтеллектуальных родителей пополняют класс бедняков в 15 раз чаще, чем потомки людей с высокой познавательной способностью. Из этого делается вывод о том, что финансово затратные проекты, нацеленные на создание лучших стартовых условий для детей из непривилегированных классов, бессмысленны. Аналогичный вывод делается со ссылкой на историю неудачного американского образовательного проекта Head Star. В целях достижения социальной справедливости и уменьшения различий в уровнях образования и доходов населения администрация США выделяла значительные бюджетные средства на подтягивание отстающих. Однако в результате уровень школьного обучения снизился. Датский исследователь указывает, что идеала равноправия люди пытаются достичь любой ценой, отрицая биологические или генетические корни интеллекта. Он обращает внимание на укорененное в общественном сознании неприятие самой мысли о врожденной разнице между людьми, но считает, что современная наука свидетельствует именно об этом. При этом он отдает себе отчет в том, что тем самым нарушается табу на упоминание евгенических программ.

Стремление улучшить генетическую природу человека получило название «евгеника» (от греч. – хороший род). Это движение восходит к Ликургу, легендарному основателю Спарты, рекомендовавшему согражданам не оберегать жизнь детей с ослабленным здоровьем.

Евгеника может заключаться в попытке улучшить человеческую породу за счет приближения среднего уровня проявления признака в популяции к уровню лучших представителей популяции. Это направление называют позитивной евгеникой. Другая задача может состоять в удалении из генофонда признанных вредоносными генных комбинаций. Это направление называют негативной евгеникой. Евгеника предлагает устранить причины, а не следствия: устранить признанные вредными генные комбинации из генофонда путем направленного отбора.

Евгеника связана с изменением репродуктивной практики всей популяции, с тем, что от каждого члена популяции требуется осознание собственной евгенической «ценности». Требование изменить репродуктивную практику всей популяции переводит идею улучшения природы человека из сферы научного обсуждения необходимости и возможностей евгенической практики в сферу политических решений. Обсуждение евгенических проектов невозможно без философского обоснования принятия или непринятия ограничений репродуктивных свобод человека, философского понимания сущности человека, отношений между общественными и индивидуальными интересами.

Возникновение евгеники в ее онаученных формах связывают с Ф. Гальтоном (1822–1911). В 1883 г. он предложил термин «евгеника» и определил евгенику как науку об улучшении рода человеческого. Считая, что талант и психические особенности наследуются от поколения к поколению, Гальтон определил естественный отбор и

наследственность как главные факторы, влияющие на развитие человека. По его идее, искусственный отбор намного эффективнее и быстрее естественного и если распространить его принципы на человека, то человека можно усовершенствовать и облагородить. Улучшение человечества, по его мнению, нужно проводить путем увеличения численности талантливых людей. Он трактовал евгенику как часть науки об улучшении видов, включающей в себя и животноводство, и растениеводство. Человек, по Гальтону, должен сознательно исправлять и ускорять эволюцию своего вида, активно вмешиваясь в ее ход, одна только биологическая эволюция делает это слишком медленно и с ошибками. Человек должен сознавать «моральный долг», стремление улучшить человеческий род должно стать новой религией человечества. Он считал крайне важным пропаганду евгенических идей и распространение знаний о наследственности и эволюции.

Пропаганда евгеники привела к тому, что в начале XX в. евгеническое движение имело своих представителей во многих странах мира. Евгеники XX в. постарались связать принципы Гальтона с законами Менделя, а затем с хромосомной и молекулярной генетикой. В ряде стран идеи евгеники были применены на практике: в некоторых штатах США, в Германии, Великобритании.

В России евгеническое движение было довольно мощным. Оно организационно оформилось в 1920 г., когда по инициативе Н. К. Кольцова (1872–1940) в Москве было создано Русское евгеническое общество, вскоре начал выходить «Русский евгенический журнал». Кольцов говорил, что евгенику можно называть антропотехнологией, потому что она является лишь частным случаем зоотехнологии – науки об улучшении пород животных. Осознавая различия между евгеникой и зоотехнологией, он выступал не за экспериментальный, а за сугубо теоретический и описательный вариант исследований, резко отрицая значимость негативной евгеники. По Кольцову, позитивные евгенические меры должны присутствовать в политике государства. Второй центр возник в Петрограде, где Ю. А. Филипченко (1882–1930) организовал Бюро по евгенике, ставшее отделением Русского евгенического общества. Бюро имело свой печатный орган «Известия Бюро по евгенике при Российской академии наук». К Ю. А. Филипченко как к главе ленинградской школы генетиков в 1920 г. обратился Кольцов с предложением сотрудничать в области исследований, посвященных евгенике. Бюро по евгенике ставило задачи тщательного изучения законов наследования путем проведения экспериментов и экспедиций в различные регионы, просветительской работы в плане евгенических идей, консультирования вступающих в брак и интересующихся своей наследственностью. Еще одним учреждением, занимавшимся евгеникой, был Медико-биологический институт (с 1935 г. – Медико-генетический) под руководством С. Г. Левита (1894–1938). Программой этого института предусматривалось совершенствование близнецового метода для более глубокого исследования механизмов взаимодействия генетических и средовых факторов в онтогенезе человека, изучение генетики ряда заболеваний (сахарный диабет, дальтонизм, аллергия, гипертония, язвенная болезнь и др.), анализ потомства от близкородственных браков.

В целом во всех указанных выше программах речь шла главным образом о решении сугубо научных программ. Но в евгенике существовали и более радикальные воззрения. Генетик А. С. Серебровский, ученик Кольцова, в своих работах исходил из того, что генетические мутации происходят постоянно и генетический груз постепенно накапливается в генофонде. Для предотвращения вырождения человечества он призывал предпринимать быстрые и радикальные действия: отделить любовь от деторождения, создать банк донорского полового материала от одаренных людей без наследственных заболеваний для проведения искусственного оплодотворения.

Хотя многие из идей отечественных евгеников были не лишены определенного упрощенчества, а иногда и противоречий, на фоне подобных исследований того времени в других странах подходы отечественных ученых отличались строгим научным характером и гуманистической интерпретацией результатов.

Евгеника наряду с генетикой, но еще больше, чем генетика, оказалась включенной в сферу политики. Само по себе такое включение первоначально никак не сказывалось негативно на ее судьбе. Скорее наоборот, многие евгеники, как марксисты, так и немарксисты, пытались использовать, и безуспешно, политический фактор для ее поддержания и развития. Ориентированные на марксизм биологи считали, что евгеника представляет собой научный путь осуществления идеи социализма, создания нового общества.

Однако к 1925 г. распространилось убеждение, что генетика несовместима с диалектическим материализмом: теория хромосомной наследственности и редких, случайных, непредсказуемых, в целом вредных мутаций генов и хромосом как основы наследственной изменчивости как будто исключала возможность направленных социальных изменений и социального контроля. Некоторым марксистам казалось более подходящим представление о том, что наследственно желательные черты могут быть целенаправленно получены через прямое изменение соответствующих природных или социальных условий. В соответствии с новой партийной линией осуждались все попытки соединить биологическое и социальное. Появился идеологический ярлык – «биологизаторство».

В 1930 г. Русское евгеническое общество прекратило свое существование. В 1931 г. в «Большой советской энциклопедии» (БСЭ) в статье о евгенике заявлялось, что евгенические идеи Филиппченко были буржуазными, Кольцова – фашистскими, а идеи Серебровского – пример меньшевистствующего идеализма [\[106\]](#). Хотя Левит подверг критике нацистскую биологию [\[107\]](#), потребовалось дальнейшее отмежевание от евгеники и представление развиваемого евгениками дела в новом виде. В итоге евгеника была трансформирована в методологически очищенную, политически и идеологически «здоровую» дисциплину – медицинскую генетику. В конце 30-х гг. XX в. исследования по антропогенетике и медицинской генетике в нашей стране полностью прекратились.

Весьма влиятельным евгеническое движение было в скандинавских странах. В Дании,

Норвегии, Финляндии и Швеции в 1920–1930-е гг. активно проводилась стерилизация умственно неполноценных людей. Не запрещая вступление в брак, государство посредством хирургической операции не позволяло таким людям иметь потомство. Во всех скандинавских странах закон о стерилизации был принят в состоянии консенсуса, не встретив противостояния ни в парламенте, ни среди врачей и ученых, ни у общественности. Против принятия данного закона были только католики.

В фашистской Германии евгеника приобрела формы геноцида. В 1937 г. подверглись стерилизации примерно 400 детей от смешанных браков арийцев с неарийцами в рамках нелегальной акции. С 1939 по 1941 г. было официально легализовано умерщвление пациентов, признанных неизлечимыми, существовало шесть «эвтаназических учреждений», куда пациентов отбирали эксперты-терапевты, признавая их неизлечимыми на основании кратких историй болезни. После волнений населения форма проведения этих мероприятий стала менее централизованной и более скрытой. Всего были подвергнуты эвтаназии 200 тысяч человек (они погибли от передозировки лекарств или «голодной диеты»).

Движение в поддержку евгеники было довольно сильным в США в 1920–1930-е гг., когда оно охватило свыше 30 штатов. Их законодательные собрания приняли специальные законы, предусматривающие принудительную стерилизацию слабоумных, особые иммиграционные законы, ограждающие «высшую» англосаксонскую расу. Сторонники законодательства считали подобную практику благом для общества. Среди них были президенты США Т. Рузвельт, В. Вильсон и К. Кулидж, первая леди Э. Рузвельт, член верховного суда Л. Брэндис. В Великобритании эта практика получила поддержку писателя-фантаста Г. Уэллса, экономиста Дж. Кейнса. Все они считали, что стерилизация дает шанс построить более здоровое общество, суды ни разу не оспорили конституционность евгенических законов. Полезной считали стерилизацию и многие врачи, видевшие в ней гарантию того, что умственно отсталые женщины не смогут забеременеть даже в том случае, если они станут жертвами изнасилования. В 50-е гг. XX в. Вашингтон начал осуществление программы стерилизации индейских женщин, которая была прекращена только в конце 70-х гг. XX в. Приблизительно в то же время была прекращена и финансирувавшаяся государством программа стерилизации одиноких незамужних женщин, получавших социальное пособие и имевших двух незаконнорожденных детей.

Несмотря на признание евгенической практики противоречащей принципам гуманизма, человечество и сегодня стремится стать лучше, в том числе и в биологическом плане. Благодаря прогрессу науки появились новые принципиальные возможности для реализации целей, которые можно назвать евгеническими. Определение последовательности нуклеотидов в ДНК делает достижимым отбор против внешне здоровых носителей рецессивных генных комбинаций. Методики, позволяющие определить генотип у плода в утробе матери, осуществить имплантацию эмбриона, оплодотворенного вне организма, тоже открывают возможности для евгенических манипуляций, так как позволяют контролировать генотип будущего ребенка. В дальнейшем, вероятно, можно будет направленно изменять геном с

помощью методов генной инженерии, что устранил или минимизирует необходимость отбора.

Новые проекты получают новые обоснования и новые формы реализации в виде так называемых проектов неоевгеники. Неоевгеника делает больший, чем классическая евгеника, упор на обоснование нравственной допустимости средств реализации своих проектов. Неоевгеника обращает внимание на управление появлением наследственных изменений в ходе развития ребенка путем создания адаптивной среды (климат, диета, лекарства, профессиональная вредность) для обеспечения качества жизни в соответствии с конкретным генотипом.

Неоевгеника сталкивает этические принципы с фантастическими возможностями современной науки. Генетика и молекулярная биология открывают ранее невиданные возможности вмешательства в тайну жизни и манипуляций природой человека. Однако и на современном этапе развития науки главный вопрос евгеники так и остался открытым: какие признаки желательны для человечества, а какие – нет? Строго говоря, задача улучшения генофонда некорректна в самой формулировке.

За рубежом понятие «генофонд» в отношении человека не употребляется, там говорят о пуле генов – сложенных вместе геномах всех членов общества. Предлагая не употреблять термин «генофонд» по отношению к человечеству, ученые стремятся избежать оценки генов человека с позиции возможного селекционного отбора.

Современные евгенические идеи не оформлены в виде конкретных программ, так как нет ясной цели улучшения, разделяемой обществом, нет надежных методов достижения задач улучшения и, что самое главное, нет необходимых знаний о природе наследования признаков. Привлекающие своей социальной востребованностью такие положительные качества, как доброта, гуманность, сострадание, духовность, еще более проблематичны в понимании механизмов их наследования, чем внешняя красота, музыкальность, математические способности. На сегодняшний момент гораздо лучше изучена генетика аномалий. Поэтому в некоторых странах развивается негативная ветвь неоевгеники, преследующая цель ограничить или предотвратить передачу нежелательных генов. Эти страны, пытаясь воспрепятствовать увеличению числа больных людей, принимают различные законы.

Разговор об индивидуальности человека не может быть полным без упоминания биометрических технологий идентификации. В настоящее время широко распространяются идеи биометрических технологий идентификации человека (по отпечаткам пальцев и губ, радужной оболочке глаза, голосу, форме головы и т. д.). Эти технологии призваны упростить поиски преступников, пропавших людей, повысить безопасность финансовых операций. Сфера использования биометрических устройств стала значительно шире, ими оборудованы обычные офисы, автомобили, сотовые телефоны, ноутбуки и т. д. В 2001 г. во время финального матча чемпионата США по американскому футболу впервые в истории всех зрителей, расположившихся на трибунах (несколько десятков тысяч человек), сняли цифровыми видеокамерами, после чего полученные изображения ввели в компьютер и сравнили с базой данных

террористов и других преступников, находящихся в розыске.

В настоящее время имеются все научные предпосылки для широкого внедрения «генетической паспортизации» – определения и сохранения в базах данных сведений об уникальном геноме конкретного человека. Более того, в Западной Европе, США и Канаде в неполном варианте она проводится по различным медицинским показаниям и просто по индивидуальному желанию. В Америке, например, введено генетическое тестирование военнослужащих не для медицинских целей. В некоторых западных странах генетическое тестирование проводят по различным медицинским показаниям или просто в качестве платной услуги по личному желанию граждан. Правоохранительные органы США используют результаты идентификационных исследований ДНК осужденных преступников, пробы биологического материала с мест происшествий и неопознанных человеческих останков. Работы по генетической паспортизации получили финансовую поддержку в Ирландии, Финляндии. В Великобритании обязательному ДНК-тестированию подвергаются не только преступившие закон, но и подозреваемые в совершении правонарушений. В Японии все младенцы проходят тест на 11 генетических заболеваний, в США – на 7, в России – на 2.

Сегодня предлагается расширить биоидентификацию созданием «генетического паспорта» гражданина. Такой «паспорт» должен содержать информацию о наличии в геноме генов наследственных болезней и, что особенно важно – генов предрасположенности к мультифакториальным заболеваниям.

Новые возможности получения информации сопровождаются публикациями в средствах массовой информации, обсуждениями этических и социальных проблем и правовых аспектов получения и применения индивидуальных данных. У идеи генетической паспортизации много сторонников и противников. Остроту дискуссиям придает актуальность таких угроз для современной цивилизации, как международная организованная преступность и терроризм. Для многих людей любые меры, направленные на снижение глобальной опасности, оправданны, ради этого они готовы даже допустить некоторые ограничения или нарушения гражданских свобод, связанных с получением и доступом к генетической информации.

За сбор информации о генотипе человека выступает и часть медиков. Они ссылаются на то, что создание генетического и химикоэнзимологического портрета человека позволит прогнозировать и уменьшать риски сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, исследовать нейродегенеративные заболевания и процессы старения, анализировать нейрофизиологические особенности личности на молекулярном уровне.

Это позволит сформировать так называемую молекулярную медицину, принципиально отличающуюся от привычной нам сегодня. Молекулярная медицина нацелена на выявление генетической предрасположенности человека к различным болезням. Зная свою предрасположенность к заболеванию, человек сможет корректировать свой образ жизни так, чтобы не подвергаться дополнительному риску. Если сегодня визит к врачу связан с установлением диагноза для уже заболевшего пациента, то молекулярная медицина позволит ставить вопрос о том, чем человек

может заболеть при его геноме. Кроме этого отличительной чертой молекулярной медицины является лечение заболеваний (как наследственной, так и ненаследственной природы) на генном уровне. В качестве лекарственного препарата выступают гены (точнее специальные генетические конструкции). Генная терапия не просто будет устранять определенные симптомы заболевания, а корректировать функции клеток и организма в целом различными путями. Например, производить замену «больного» гена на «здоровый», осуществлять направленную коррекцию структуры и соответственно функции «больного» гена, частичное или полное подавление «больного» гена. В рамках молекулярной медицины любое медикаментозное лечение будет подбираться строго индивидуально, на основе особенностей генома больного (так называемая фармакогенетика).

Серьезно говорить о всеобщей «генетической паспортизации» преждевременно. Не решена проблема интерпретации результатов тестирования врачами разных специальностей. Но главное то, что для внедрения генетического паспорта требуется готовность конкретных людей ответить для себя на вопрос о желательности или нежелательности знания о своем геноме. Отношение к пусть и вероятностному, но все же знанию о собственном будущем должно определяться индивидом, оно не может быть установлено законодательно в общем виде для всех. Значительному количеству людей может быть некомфортно жить в постоянном ожидании болезни, возникновение которой вероятно при геноме данного индивида. Очевидно, что следование принципу добровольности в развитии молекулярной медицины является ключевым условием.

Еще одна проблема связана с тем, что в ряде случаев требуется не только индивидуальная информация, но и «семейная». Для создания генетического паспорта добровольцу, желающему знать, какие болезни могут ожидать его в будущем и как предотвратить их развитие, потребуется составить его родословную с указанием на болезни его предков и родственников. Например, носительство мутаций, связанных с моногенными болезнями (фенилкетонурией, муковисцидозом), можно определять, если в семье имеются подобные больные. Если среди родственников обследуемого есть больше одного человека с одинаковой мультифакторной патологией, необходимо анализировать гены предрасположенности к ее развитию. При наличии факторов риска, связанных с профессией или с особыми условиями среды, нужно тестировать гены, имеющие отношение к болезням, провоцируемым именно этими факторами.

Генетический паспорт может быть максимально полезен, если результаты тестирования анализируются высококвалифицированным специалистом по медицинской генетике вместе с семейным врачом. Но семейная медицина в ряде стран не развита, кроме того, во всех странах имеется дефицит квалифицированных медицинских генетиков.

Однако важно обратить внимание и на возможные отрицательные эффекты реализации проектов молекулярной медицины и генетической паспортизации. «Паспортизация» таит в себе потенциальные опасности, связанные с ограничением свобод и прав личности, с установлением социальных, юридических и правовых норм,

касающихся интерпретации и применения результатов генетического тестирования. Проблема обеспечения конфиденциальности генетических данных требует четкого определения условий доступа к генетическим данным, сфер использования генетической информации. В США уже несколько лет то затихает, то с новой силой разгорается дискуссия по поводу этической стороны использования документов, содержащих информацию об индивидуальном геноме. Некоторые полагают, что с их повсеместным внедрением возникнет дискриминация по генетическим признакам при устройстве на работу, вступлении в брак.

Эволюция современного человека как биологического вида не смогла существенно изменить его генетической природы, однако в социальном плане человечество в корне преобразилось. Генетическая пластичность человека не тормозит социального развития, для совершенствования нет биологических препятствий. Наследственно обусловленные черты психической деятельности, эмоциональные реакции и способности могут улучшаться или ухудшаться средой. Признание факта взаимовлияния генов и среды позволяет сделать более целенаправленными методы воспитания, методы предупреждения асоциального и преступного поведения, формирования востребованных обществом высоких показателей интеллектуальности. Реально необходима забота о наследственности, проявляющаяся в исключении мутагенных факторов окружающей среды, сохранение разнообразия человеческого рода. Сохранение биологического многообразия – главная забота о наследственности с биологической точки зрения. Сужение наследственной изменчивости, в том числе при реализации евгенических проектов, опасно с генетической точки зрения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем причина уникальности каждого представителя вида *Homo sapiens*?
2. Возможно ли на основе тестирования интеллекта сделать выводы о социальном статусе человека? Аргументируйте свою позицию.
3. Какие выводы можно сделать из истории евгеники в XX в.? Проиллюстрируйте свои мысли ссылками на конкретные исторические примеры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Ген преступности с современной точки зрения: А) локализован в XXI хромосоме; Б) локализован только в дефектных генотипах; В) локализация пока не определена; Г) определение локализации в принципе невозможно.
2. Генеалогический метод в исследовании поведения человека применяется при изучении: А) семей, где совместно проживают дети и их кровные родители; Б) семей, где совместно проживают дети и их приемные родители; В) семей, где совместно проживают дети родные и приемные; Г) семей любого указанного типа.

3. Генотип организма – это: А) положение определенного гена на генетической карте хромосомы; Б) совокупность всех генов клетки или организма; В) дискретная материальная единица наследственности, ответственная за развитие одного признака; Г) совокупность признаков и свойств, формирующихся в результате взаимодействия наследственности организма с окружающей средой.

4. Какое суждение об индивидуальности человека истинно с позиции современной науки? А) качественные признаки формируются и генами, и средой; Б) количественные признаки формируются только генами; В) качественные признаки формируются только генами; Г) количественные признаки формируются только средой.

5. К фенотипу организма не относятся: А) поведенческие особенности; Б) психический склад; В) характер; Г) хромосомный набор.

6. Наследование – это: А) обучение потомства необходимым навыкам выживания; Б) усвоение привычек жизнедеятельности организма; В) передача генетической информации от одного поколения организмов к другому; Г) свойство живого организма существовать в различных формах.

7. Причина индивидуальной изменчивости представителей вида *Homo sapiens*: А) только влияние генов; Б) только влияние среды; В) влияние и генов, и среды; Г) результат мутаций.

8. Психогенетика как наука отвечает на вопрос: А) о причинах различий внутри вида *Homo sapiens*; Б) о влиянии среды на становление человеческой индивидуальности; В) о становлении общественных структур в цивилизации; Г) о влиянии генов на естественный отбор.

9. Что является примером качественного признака: А) морозоустойчивость сорта пшеницы; Б) молочная продуктивность породы коров; В) цвет венчика ромашки; Г) уровень интеллекта у человека.

10. Соматическая клетка организма человека имеет следующее число пар хромосом: А) 24; Б) 20; В) 23; Г) 10.

Ценностные регулятивы развития естествознания: проблемы развития биотехнологии и генной инженерии

При характеристике специфических особенностей современного этапа развития науки уже отмечался технологичный характер знания. Познаваемый объект одновременно подвергается трансформации в соответствии с заданными человеком целями. Более того, сам познаваемый в рамках естествознания объект может являться продуктом человеческой деятельности, а его появление быть следствием практических манипуляций в области обширного незнания. В силу этого все большее число направлений познания и действия, значимых для определения перспектив науки и технологии, подвергаются морально-правовой оценке и регуляции.

На представление о ценности жизни и ценности человека в настоящее время весьма сильное влияние оказывают биотехнология и генная инженерия. В самом слове «биотехнология» содержится парадоксальное сочетание слова «жизнь» со способом индустриального производства – «технологией» (от греч. «био» – жизнь, от греч. «техно» – искусство, мастерство, от греч. «логос» – слово, учение).

Термин «биотехнология» получил широкое распространение с середины 70-х гг. XX в. и употребляется в литературе в широком и узком смысле слова. В широком смысле биотехнология представляет собой совокупность технологий, включающих в качестве элементов объекты органического мира. Хлебопечение, виноделие, сыроварение, получение молочнокислых продуктов, ферментация табака и чая, обработка растительных волокон – все эти технологии основаны на использовании микроорганизмов и известны человечеству с незапамятных времен. Пивоварение в Вавилоне было известно более 6 тыс. лет назад. В течение столетий человек применял в своих целях ферментативные процессы, не имея понятия ни о ферментах, ни о клетках с их видовой специфичностью и генетическим аппаратом. Овладение микробиологическим синтезом – целенаправленным получением биологически активных веществ с помощью микроорганизмов – позволило создать микробиологическую промышленность. Когда сегодня говорят о биотехнологии в широком смысле, имеют в виду именно микробиологическую промышленность, основу которой составляют биологические объекты – животные, растения, ткани различных организмов, бактерии и грибы.

Биотехнология в промышленности заняла существенные позиции при производстве биожиров, масел, современных видов топлива, биополимеров, при тонком литье, добыче полезных ископаемых. Многообещающий «горно-металлургический» аспект применения биотехнологии – создание технологии безотходной, наиболее полной добычи минеральных запасов. Уже применяются технологии извлечения с помощью бактерий железа, цинка, никеля, кобальта, титана, алюминия, а также таких ценных элементов, как уран, рений, индий, таллий.

Для извлечения руд металлов бактерии использовались давно. Еще в XVIII в. в

Испании умели извлекать медь из рудничных вод. Сам механизм изменений, происходящих в рудных образованиях под воздействием жизнедеятельности бактерий, оставался еще долго для науки загадкой. Только в 1922 г. немецкие ученые выделили из рабочего раствора микробиологическую культуру, способную добывать из руды чистый металл. А еще четверть века спустя была получена другая культура из кислых шахтных вод. Оба вида этих бактерий относились к тионовым бактериям – серобактериям, мелким, палочковидным бактериям, строгим аэробам, получающим энергию за счет окисления серы и ее восстановления из неорганических соединений. С их жизнедеятельностью связано бактериальное выщелачивание металлов из руд, концентратов и горных пород.

В горно-металлургическом комплексе биотехнологические методы сегодня используются в двух направлениях. Во-первых, при непосредственной подземной добыче полезного компонента. В частности, при затоплении уже отработанных медных рудников водой тионовые бактерии переводят соединения меди в раствор, из которого она затем выпадает в осадок, после откачки воды медные рудники получают вторую жизнь. Во-вторых, при разработке (обогащении) добытой руды или непосредственной выплавке (в Японии стали применять легирующие добавки к стали из ванадийсодержащего водорода).

В середине XX в. отечественные ученые выдвинули идею применения металлоокисляющих бактерий для снижения концентрации чрезвычайно взрывоопасного газа – метана – в выработанных производствах угольных шахт. Обработка угольных пластов и выработанных пространств суспензией с метаноокисляющими бактериями в состоянии вдвое снизить загазованность в шахтах. Однако на практике проблема метаноподавления в угольных шахтах с помощью микроорганизмов еще далека от своего решения, поскольку в настоящее время нет способа выращивания бактерий непосредственно в угольных шахтах, нет и способа накопления метаноокисляющих бактерий, чтобы использовать их в чрезвычайных ситуациях. Их необходимо доставлять со специализированных микробиологических предприятий, но при транспортировке бактерии теряют свои свойства. Однако эти проблемы находятся в стадии решения, что, вероятно, снизит опасность взрывов метана на угольных шахтах, от которых в мире гибнет немало горняков.

В ряде сфер, например в пищевой промышленности (в производстве заменителей естественных продуктов), развитие биотехнологии не оправдало радужных надежд. Так, кстати, произошло с оценкой аспартама – синтетического интенсивного подсластителя, который в 200 раз слаще сахара. Для получения аспартама необходимы две аминокислоты: аспарагиновая и фенилаланин. Аспарагиновая кислота получается биотехнологическим способом: в колонку с иммобилизованными клетками (их молекулы ковалентно связаны с полимерным носителем, в результате чего повышается их устойчивость к денатурирующим воздействиям) подаются исходные вещества, на выходе имеется раствор аспарагиновой кислоты. Второй компонент – фенилаланин способен оказывать на нервную систему тяжелое токсическое воздействие. Существует наследственное заболевание – фенилкетонурия, обусловленное избыточностью этой

аминокислоты. Дети, рожденные с этим недугом, страдают умственной отсталостью, тяжелыми судорогами, а причины болезни связаны с врожденным дефектом фермента фенилаланингидроксилаза. В нормальном состоянии человеческий организм должен обладать двумя полноценными копиями фенилаланингидроксилазы. Но у 2% здоровых людей только одна полноценная копия, поэтому эффективно усваивать излишек фенилаланина они не могут. После создания аспартама, куда в качестве исходного компонента входил фенилаланин, была развернута широчайшая рекламная кампания. Аспартам широко применялся в пищевой и кондитерской промышленности, особенно при производстве напитков, при этом проверок на последствия длительного влияния аспартама на человеческий организм не проводилось. Аспартам стали использовать и те 2% людей, о которых говорилось выше, дополнительное введение фенилаланина у этих людей вело к замедлению мозговой активности, медики столкнулись с серьезными деградациями высших нервных функций.

Современная биотехнология, основанная на достижениях молекулярной биологии, молекулярной генетики и биоорганической химии, отличается тем, что способна создавать и использовать в производстве неприродные биообъекты. Биотехнология в узком смысле подразумевает генную инженерию – направленное изменение наследственности, направленное создание искусственных живых организмов через получение рекомбинантных ДНК.

Генной инженерией называют область молекулярной генетики, разрабатывающую методы конструирования новых, функционально активных генетических программ. Датой зарождения генной инженерии принято считать 1972 г., когда группа ученых под руководством Берга (США) создала первую рекомбинантную молекулу ДНК, состоявшую из фрагмента ДНК, взятого у обезьяньего вируса ОВ40, и бактериофага (вируса бактерии).

Биотехнология – одно из основных направлений соединения науки и технологии, отвечающее мировым тенденциям развития технологии. Качественные особенности биотехнологии по сравнению с другими видами технологий связаны с методами научно-биологического исследования. Специфика биотехнологии определяется тем, что ее технико-технологические приемы – результат интеграции биологии с физикой, химией, кибернетикой и другими науками. В форме биотехнологии задается ориентация на развитие технологического способа производства, теснейшим образом связывающего научный поиск и практическое применение результатов. По форме применяемые в биотехнологии методы во многом аналогичны тем, которые используются в химической технологии, однако по содержанию они резко различаются, так как выделяются и перерабатываются не отдельные химические вещества, а популяции живых организмов, имеющие свои особенности. Результатом инженерного конструирования является самодостаточная, саморегулирующая система (биологическая и искусственная одновременно).

Важную роль в генной инженерии играет метод секвенирования (расшифровки) первичной структуры ДНК, разработанный еще в 1977 г. Этот метод позволяет

определить последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК с предельным разрешением в одну молекулу. Весьма значимы ферменты, с помощью которых можно получать определенные фрагменты ДНК и «сшивать» их. Например, рестриктаза и лигаза лишены видовой специфичности, и с их помощью можно выделить и «сшить» фрагменты ДНК независимо от того, от одного или разных организмов они выделены.

Рассмотрим основные стадии создания трансгенного организма. Во-первых, необходимо точное определение «донорского гена», который заставит новый организм выполнять несвойственные ему до момента включения донорского гена функции. Например, оказывается востребованным синтез какого-либо вещества. Если это белок, то его сам можно выделить и очистить. Если это сравнительно простое вещество, например глутамат, придающий супам быстрого приготовления их вкус, то можно выделить и очистить фермент, который его образует. Затем следует выделить его аминокислотную последовательность и вычислить по ней последовательность нуклеотидов в соответствующем гене, найти нужный ген. Задачу расшифровки нуклеотидной последовательности нужного гена, за решение которой в 70-е гг. XX в. давали Нобелевскую премию, в настоящее время выполняет машина – автоматический секвенатор. За один рабочий день он может расшифровать до 800 тыс. молекул ДНК.

Следующий шаг в реализации генно-инженерной задачи – выделить («вырезать») ген. «Ножницами», разрезающими ДНК по строго определенному сочетанию букв-нуклеотидов, служат специальные ферменты-рестриктазы. Ферменты разрезают молекулы в строго определенном месте, где находятся нуклеотиды, распознаваемые данной рестриктазой. Например, рестриктаза EcoPI разрезает нить ДНК между аденином и гуанином, находящимися в последовательности Г/ААТТ и ТТАА/Г, при этом образуются «липкие концы», благодаря которым последовательности нуклеотидов могут объединяться. Липкие концы образуются потому, что рестриктаза оставляет рваный или зубчатый край. Концы не являются липкими буквально, но они содержат короткие фрагменты одноцепочной ДНК, которые могут соединяться с новой ДНК, содержащей комплементарные последовательности оснований. Между липкими концами можно добавить дополнительные пары оснований, то есть можно выделить плазмиды из бактерий и использовать рестриктазы, чтобы сделать «дырку» в бактериальной плазмиде, а затем «вклеить» туда необходимый ген.

Далее необходимо встроить ген в другую молекулу ДНК, способную обеспечить жизнеспособность «переселенца» в чужеродном окружении. Чтобы доставить ген внутрь чужой клетки, обычно используют природные переносчики генетической информации – вирусы и плазмиды. Вирусы часто применяют в качестве векторов, проникающих в животные клетки. Наиболее широко в генной инженерии используют обезьяний онкогенный вирус ОВ40. Геном [\[108\]](#) этого вируса обладает способностью встраиваться в хромосомы клеток млекопитающих. Так, с помощью ОВ40 гены в цепи гемоглобина мыши и кролика перенесены в клетки обезьян, где они активно функционировали. Большой интерес представляет перенос генов непосредственно в клетки животных, но эта проблема пока находится в стадии решения.

Плазмиды представляют собой небольшие кольцевые молекулы ДНК, существующие в бактериальной клетке отдельно от основного генома. Плазмиды – внехромосомные факторы наследственности, генетические элементы, способные стабильно существовать в клетке в автономном, не связанном с хромосомным состоянием. К плазмидам относятся генетический аппарат клеточных организмов (митохондрий, пластид), а также группы сцепления, не являющиеся жизненно важными для содержащих их клеток. Плазида размножается вместе с клеткой-хозяйкой. Если вирус можно уподобить хищнику, то плазида скорее напоминает домашнее животное, особенно собаку. Как хозяин может содержать одну собаку, иметь несколько собак или не иметь ни одной, так и у бактерий может быть одна плазида, несколько или не быть вовсе. В благоприятных внешних условиях все они чувствуют себя примерно одинаково. Но при изменении условий, например при попадании во враждебное окружение – в среде появился пенициллин, плазида, подобно верному псу, бросается на борьбу с врагом. Вырабатываемый плазмидой фермент пенициллиназа разрушает пенициллин, позволяя клетке выжить.

В генной инженерии оказалась востребованной способность плазмид менять хозяина, подобно тому, как человек может отдать одну из своих собак кому-то, так и бактерии способны обмениваться плазмидами. Плазмиды используются в генной инженерии в качестве компонентов разнообразных молекулярных переносчиков чужеродной ДНК. В плазмиду могут быть включены природные или синтезированные гены. После проникновения в клетку бактерии рекомбинантная плазида может включаться в ДНК хромосомы бактерии или функционировать и размножаться автономно.

Вирусы и плазмиды не применяются в биотехнологии в натуральном виде. Перед использованием из них удаляют все лишнее, оставляют гены, обеспечивающие доставку «груза» по назначению. Такие искусственные конструкции называют векторами. Вектор разрезают в нужном месте рестриктазами, приводят в контакт с копией выделенного гена и добавляют сшивающий фермент – лигазу, которая соединяет ген и вектор в единое целое. Таким образом, получается рекомбинантная ДНК. Подобным же образом в клетки бактерий были введены гены человека и созданы штаммы бактерий-суперпродуцентов соматостатина, интерферона, инсулина, гормона роста человека, быка и других животных, глобин животных и человека.

Этот метод достаточно удобен. Но в последнее время все чаще применяют способ копирования нужного участка, который называется полимеразной цепной реакцией. Достаточно маленького кусочка ДНК, соответствующего началу искомого гена, чтобы фермент полимеразы нашел и снял копию с гена, начинающегося этим фрагментом. После того как копия будет готова, полимеразы примутся снимать дальнейшие оттиски и с нее, и с участка, послужившего образцом. Работа продолжается до тех пор, пока не исчерпается запас свободных нуклеотидов.

Далее рекомбинантную ДНК необходимо внедрить в клетку-мишень. Для повышения проницаемости клеточной мембраны используются некоторые соли и электрический ток. Однако операция по внедрению рекомбинантной ДНК не имеет стопроцентного

успеха, не все клетки-мишени получают донорский ген. Поэтому крайне важно выявить трансгенные клетки, отделить их от неизмененных. Для решения этой задачи используют то, что плазмиды часто содержат гены, ответственные за выживание в экстремальных условиях среды. Типичными генами плазмид являются гены устойчивости к антибиотикам и металлам. Можно выбрать бактерии, чувствительные к ампициллину, и вставить плазмиды, которые содержат бактериальный ген, обеспечивающий устойчивость к ампициллину, или же вместе с нужным геном в вектор встроить ген устойчивости к какому-либо антибиотику. Затем при высевании клеток на питательную среду, содержащую этот антибиотик, в соответствии с закономерностями естественного отбора те клетки, в которые вектор не внедрился или в которых не работает, погибают, с течением времени в среде останутся только трансгенные клетки. Сегодня все чаще используют другой способ маркирования трансгенных генов – встраивают в вектор ген, заставляющий организм светиться.

И наконец, надо заставить внедренный ген действовать в клетке-мишени. Как известно, в каждой клетке каждого организма работают только те гены, которые вырабатывают продукт, необходимый в данный момент. Регулятивные функции выполняют промоторы – участки ДНК, которые ферменты клетки воспринимают как источник команды «начать считывание». Открывая и закрывая промоторы для считывающих ферментов, клетка регулирует активность генов. У вирусов и плазмид есть свои промоторы, которые не подчиняются клеточным регуляторам и всегда открыты для ферментов, заставляя клетку считывать целый ряд примыкающих генов.

Если задачей было создание микроорганизмов, то задача выполнена – создана популяция микроорганизмов с заранее заданными свойствами. Проиллюстрируем суть генной инженерии на примере производства интерферона. Человечество испытывает трудности с интерфероном – важным белком, обладающим противораковой и противовирусной активностью. Интерферон вырабатывается животным организмом, в том числе и человеческим. Чужой, не человеческий, интерферон для лечения людей не используется, он отторгается организмом или малоэффективен. Человек же вырабатывает слишком мало интерферона для его выделения с фармакологическими целями. Для обеспечения интерфероном в промышленных масштабах ген человеческого интерферона был введен в бактерию, которая затем размножалась и в больших количествах нарабатывала человеческий интерферон. В настоящее время подобная технология считается стандартной и применяется во всем мире. Точно так же, и уже довольно давно, производится генно-инженерный инсулин. Чтобы синтезировать ген в промышленных масштабах к его концу с помощью фермента лигазы были пришиты короткие нуклеотидные последовательности – линкеры, которые узнаются рестриктазой Бам 1. Плазмиду и кДНК обрабатывали рестриктазой, затем лигазой и получили рекомбинантную плазмиду, которую внесли в клетку бактерии, приобретшую способность синтезировать проинсулин.

Если же объектом желаемого направленного воздействия является организм растения или животного, то возникает дополнительная задача – вырастить целостный организм. Наибольшую сложность представляют опыты с животными: генетической

модификации подвергается оплодотворенная яйцеклетка, более того, если речь идет о млекопитающих, то ее еще надо имплантировать суррогатной матери. Поэтому массового разведения трансгенных животных, в отличие от растений и микроорганизмов, пока не проводится.

Рассмотрим основные направления использования биотехнологии, обратив внимание на социальные последствия и проблемы, порожденные новейшими направлениями генной инженерии.

С развитием биотехнологии связывают новые возможности борьбы с загрязнениями окружающей среды (например, в области биологической очистки вод), создания новых источников энергии. На основе знаний о работе естественно присутствующих в сточных водах бактерий, разлагающих органические вещества в процессе окисления, предложена идея топливного элемента, в котором углеродные аноды помещены в бескислородный осадок сточных вод, бактерии растут на анодах, а избыток электронов создает ток при замыкании внешней сети. Экономический эффект таков, что очистительные сооружения могли бы сами обеспечивать себя энергией. На эти цели в мире тратится значительная часть выработанной энергии, только в США на переработку сточных вод расходуется 5% всей вырабатываемой энергии. Основным возражением против такой технологии является то, что главной целью создания топливного элемента является получение электричества и требуется дополнительная модификация агрегата для соответствия результатов его работы требованиям к очистке вод.

Еще одно направление поиска биотехнологами источников энергии, альтернативных невозможным источникам, – получение биогаза из различных органических отходов (промышленных, сельскохозяйственных, коммунальных). Установки для его выработки сегодня имеются во многих странах мира – в Непале, Пакистане, Новой Зеландии, на Тайване, в Бразилии, на Филиппинах. Именно биологической переработкой в метан навоза крупного рогатого скота Индия рассчитывает покрыть топливный дефицит страны.

Сегодня 2/3 продукции микробиологической промышленности применяется для интенсификации сельского хозяйства. Новые производства, основанные на синтезе грибов, дрожжей, бактерий, оказываются намного экономичнее производства тех же веществ (аминокислот, белков, антибиотиков, различного рода кормовых и пищевых добавок, регуляторов и стимуляторов роста сельскохозяйственных животных и растений) химическим путем. Включение в рацион животных 1 тонны кормовых дрожжей позволяет сэкономить 5–7 тонн зерна, 6–8 тонн молока (если те же дрожжи использовать для откорма телят и поросят), или 1,5 тонны сухого обезжиренного молока.

Белково-витаминный концентрат сокращает расход зерна на фуражные нужды; улучшает усвоение белка основного корма животных; обеспечивает стабильно высокие привесы. Например, в свиноводстве введение в основной рацион тонны БВК сберегает до 7 тонн зерна, дает дополнительно от 400 до 600 кг мяса, вдвое увеличивает

среднесуточный привес. Такие результаты достигаются за счет того, что в рацион животных вводятся не готовые белки организма, а «кирпичики» их составляющие. Не синтезируемые организмом человека и животных аминокислоты, в том числе лизин и треонин, вполне могут быть заменены аналогичными кислотами бактерий или дрожжей. А вся продукция, полученная с помощью микробиологического синтеза, представляет собой своего рода строительные блоки, с помощью которых возможно компенсировать дефицит любого биологически активного вещества в организме.

Рассмотрим, как в производстве треонина происходило внедрение генной технологии для промышленного синтеза, например этой одной аминокислоты. Был создан штамм бактерии, продуцирующей треонин – незаменимую аминокислоту, не синтезируемую организмом животных. Ее не хватает в белке таких ведущих сельскохозяйственных культур, как пшеница, рис, овес, соя, подсолнечник. Этот недостаток компенсируют добавлением треонина, полученного путем биосинтеза. До недавнего времени на предприятиях микробиологической промышленности его перерабатывали с помощью так называемых коринебактерий, наследственный аппарат которых изучен довольно слабо. И технологический процесс получения треонина оказывался, по сути, неуправляемым. В качестве выхода ученые предложили коринебактерии заменить на более известную кишечную палочку, широко используемую в генной инженерии. Ее ген известен, а следовательно, последствия внесенных в геном изменений возможно предвидеть. Однако бактерии не могут синтезировать аминокислоты без определенного исходного материала и питательной среды. Четыре важнейшие аминокислоты – лизин, метионин, треонин, изолейцин – они производят, например, из аспарагиновой кислоты, присутствующей в организме животных и содержащейся в растениях. Но синтез аминокислот происходит в строгой очередности. Метионин будет продуцироваться бактериями только в том случае, если уже завершён процесс образования лизина. Очередь треонина – сразу после метионина; изолейцин завершит процесс синтеза, потому что его очередь после образования треонина. Но как быть, если необходимо получить и наработать какую-либо определенную аминокислоту? Тогда надо на последующем этапе заблокировать синтез. Именно такую задачу поставили ученые с целью добиться наработки треонина, блокировав его дальнейшее преобразование в изолейцин. Для этого необходимо провести «переделку» оперона ДНК кишечной палочки, ответственного за синтез треонина. Достигалось это поэтапно: сначала была вызвана направленная мутация генов, входящих в оперон, в результате перестал синтезироваться изолейцин, но количество треонина было явно недостаточным. Тогда в оперон был введен ген-стимулятор, активирующий работу собственных генов оперона. Количество треонина, получаемого за один цикл ферментации (биохимическая переработка органического сырья с помощью микроорганизмов или ферментов), значительно увеличилось. Но для промышленных масштабов производства треонина эффективность штамма требовалось повысить как минимум в 10–15 раз. Для этого с помощью специально преобразованного фермента рестриктазы вырезали из хромосомы штамма кишечной палочки фрагмент ДНК, содержащий треониновый оперон, и включали его с помощью методов генной инженерии в плазмиду, которую затем ввели в другую бактерию того же штамма. После размножения гибридной плазмиды синтез треонина усилился. На этом поиск,

направленный на совершенствование штамма, не был закончен, предстояло найти возможность использовать для получения треонина дешевое сырье, например, отходы производства свекловичного сахара – патоку. В естественных условиях на патоке кишечная палочка не растет. Методами генной инженерии в штамм ввели ген, позволяющий в конечном счете расщеплять сахарозу патоки на глюкозу и фруктозу. Хотя результаты превзошли самые смелые ожидания, работа над улучшением штамма продолжается. Ведь существуют гораздо более продуктивные штаммы бактерий, способные за 60–70 часов ферментации производить в литре культурной жидкости до 100–120 г лизина. Аналогичная результативность штамма, продуцирующего треонин, пока не достигнута.

Достаточно часто в дискуссиях о возможностях генной инженерии используют аргумент, связанный с новым способом решения проблемы голода. Рост численности населения Земли в XX в. вызвал острейшую проблему обеспечения населения продовольствием. Если существующие темпы роста населения сохранятся, то (по прогнозам экспертов ООН) численность населения нашей планеты может возрасти к 2050 г. до 100 млрд человек. Уже сейчас в слаборазвитых странах каждый год от нехватки питания умирают от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов человек. Кроме того, рост населения вызывает и другие негативные последствия (урбанизацию, уничтожение лесных массивов, увеличение площади пустынь, уменьшение площади пахотных земель в мире и т. д.). В будущем эти серьезнейшие экологические и социальные проблемы, связанные с ростом народонаселения, будут только обостряться и усложняться. Обеспечение стабильного и достаточного уровня производства продуктов питания требует увеличения площади посевов и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Речь идет, с одной стороны, о методах культивации засушливых или непригодных для сельского хозяйства земель, а с другой – о повышении производительности уже существующих угодий в глобальных масштабах. Однако урожайность основных мировых культур – пшеницы и риса – уже фактически достигла предела.

В качестве альтернативы традиционной селекции предлагается генная инженерия, создание генетически модифицированных продуктов. В 1979 г. в научной литературе появилась аббревиатура ГМО – генно-модифицированные организмы. Технология получения ГМО включает использование так называемой специальной генной пушки. Пушка «стреляет» по клеткам растений набором генов, включающим ген, отвечающий за нужный признак, ген, который запускает предыдущий в работу, и ген-маркер, позволяющий определить, что ДНК растения подверглась изменению. Клетки, в которые проникли «генные снаряды», используют для выращивания целого растения. В реальности на создание нового ГМО уходит до года работы и несколько миллионов долларов: процесс непредсказуем, а оборудование дорогое.

Генная инженерия отличается от классической селекции весьма существенно. Базу для селекционной работы – естественное разнообразие организмов (в данном случае растений) – предоставила сама природа как результат эволюции, приведшей к множеству форм, обладающих самыми разными свойствами. В процессе эволюции с

учетом великого множества факторов были отобраны самые гармоничные формы. Именно они стали базой для селекционного отбора. На земле существует около десятка мест, где когда-то были созданы первые культурные сорта растений. Это центры происхождения культурных растений, открытые российским ученым Н. И. Вавиловым в начале XX в. Изменчивость форм культурных растений и их диких родственников колоссальна.

Для инжиниринга отбираются особи с коммерчески важными в данный момент признаками. Например, британские специалисты в области биотехнологий смогли выделить ген, который отвечает за синтез кофеина в листьях чая и зернах кофе. Это означает, что теперь с помощью генной инженерии можно создать новый сорт кофейного дерева, зерна которого изначально не будут содержать кофеин. На протяжении 10 лет кофе был объектом исследования ученых из шотландского университета в г. Глазго. Специалисты поставили перед собой задачу вывести новый сорт, в котором будет нейтрализован ген, запускающий механизм образования кофеина в листьях чая и зернах кофе. Популярный чай и кофе без кофеина знатоки оценивают не иначе как нонсенс, называя их красителями для горячей воды. Действительно, органические растворители, с помощью которых «вытягивается» кофеин, меняют вкус и аромат напитков в худшую сторону. Генетически модифицированный (GM) кофе, если дело дойдет до его производства, несмотря на отсутствие кофеина, будет иметь богатый вкус и аромат, не вызывая при этом учащенного сердцебиения, временного нарушения сна и пищеварения. Рынок сбыта такого продукта может быть весьма широким, только в США пятая часть всего употребляемого кофе – кофе без кофеина.

Сегодня в мире выращивается в производственных масштабах более 100 видов трансгенных растений, в том числе технические сорта – табак, хлопок. Среди наиболее распространенных пищевых культур – соя, кукуруза, рапс, свекла, картофель. По данным министерства сельского хозяйства США, только в Америке приблизительно 40% сои, 25% кукурузы и 30% хлопка искусственно созданы с помощью генной инженерии. В США трансгенными культурами занято 200 миллионов гектаров [\[109\]](#). В 2004 году площадь, занятая ГМ-организмами, на полях планеты превысила 80 млн га [\[110\]](#). Для справки укажем, что пахотные земли занимают всего 1,3 млрд гектаров (примерно 10% поверхности земли). По данным зарубежной статистики, наше поколение уже успело съесть миллиард тонн генно-модифицированной еды [\[111\]](#).

Безусловный лидер ГМ-растений – соя, доля которой составляет 98% от всего количества ГМ-растений. ГМ-соя устойчива к насекомым-вредителям и выдерживает обработку химикатами, убивающими все виды сорняков. Появление генетически модифицированной сои позволило в несколько раз увеличить объемы ее производства (поскольку позволило справиться с традиционной проблемой при выращивании сои – неустойчивости растения к сорнякам), поэтому она стала абсолютным лидером среди трансгенов. Основные поставщики этой культуры – США и Канада, практически вся выращенная на их территории соя – генетически модифицирована. В мире в целом 68% выращиваемой сои – ГМ-растения.

Использование трансгенов в России регулируется несколькими законами и постановлениями. В 2001 г. вслед за Европой Россия подписала постановление «О требованиях к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Этот документ предписывает указывать на маркировке: «имеет генетически модифицированные компоненты», если их доля в продукте составляет 5% веса. Однако в европейских странах 5% считается от веса компонента, в состав которого входит ГМ-продукт, а у нас в стране 5% от общего веса продукта. Например, если вы покупаете 1 кг колбасы, в которую входит 45 грамм 100%-ной генетически модифицированной сои, то производитель имел право у нас в стране это не указывать на этикетке.

Однако в 2007 г. был принят Федеральный закон «О внесении изменений в Закон РФ «О защите прав потребителей». Согласно нему следует обязательно маркировать продукт питания, если в них есть компоненты с ГМО и содержание указанных организмов в компоненте более 0,9%.

По мнению ученых американской фирмы Calgene, в ближайшие 20 лет произойдет революция в продуктах питания за счет улучшения качества пищевых продуктов с помощью генной инженерии. В планах фирмы выведение породы быстрорастущих кур, которым потребуется меньше корма, создание сортов ананасов, созревающих более равномерно, кофе, содержащего меньше кофеина, зерновых культур с более высоким содержанием протеина, огурцов, не требующих полива и т. д. В США ежеквартально выходит журнал – перечень растений и животных, созданных посредством генной инженерии и утвержденных к полевым испытаниям. Однако если в США и Канаде трансгенным культурам открыта зеленая улица, то в Европе относятся к ним более чем настороженно. Согласно опросам, появление в своем меню трансгенных продуктов более или менее приветствуют от 8 до 28% населения Европы, в то время как от 53 до 78% в той или иной мере их опасаются. Во Франции, Дании, Швеции более половины опрошенных высказались категорически против такой перспективы. В Австрии противники трансгенных культур добились полного запрета их разведения на территории страны.

Врачи считают, что сегодня уже можно говорить о появлении новой болезни – трансгенофобии, когда люди, не зная, что им предлагают в пищу, начинают подозревать наличие «чужих» фрагментов ДНК в любой еде, испытывая по этому поводу панический страх. Потребители в некоторых странах отказываются от трансгенной пищи. Не случайно продукция, выращенная по стандартам органического земледелия, продается в специализированных магазинах и отличается высокой стоимостью.

Последствием расширения количества ГМ-растений может стать сужение естественного биоразнообразия. Поскольку создаются модификации достаточно быстро, без длительного отбора в череде поколений нередко значимыми для создателей оказываются признаки, делающие растения агрессивными по отношению к окружающей среде. Например, способность противостоять сорнякам и вредителям может обернуться способностью убивать растения и животных вокруг себя; способность

выдерживать большие дозы гербицидов может оказаться даже вредной с точки зрения человека, если растение, распространившись за пределы возделываемых площадей, становится сорняком. Подобная опасность особенно вероятна для растений семейств сложноцветных (подсолнечник, топинамбур), пасленовых (томаты, картофель), гречишных (гречка), маревых (свекла), которые имеют множество близких родственников-сорняков или сами нередко засоряют посевы других культур. Последствия распространения подобного ГМ-суперсорняка могут быть весьма плачевными: для его уничтожения могут оказаться непригодными уже известные способы и, значит, придется создавать новые, более сильные яды, увеличивать их количество, что потенциально чревато отравлением почв. ГМ-сорта будут вытеснять своих менее агрессивных классических и диких родственников. При таком сценарии разнообразие культурных растений может резко понизиться.

В ситуации развития трансгенофобий по поводу пищевых продуктов производители, не желая терять прибыли, переносят свои капиталы в другие отрасли, например в лесоводство. С 1988 г. проведено свыше 120 официально зарегистрированных полевых испытаний трансгенных деревьев. Среди генетически модифицированных видов – яблоня, банан, береза, каштан, персик, вяз, груша, сосна, слива, грецкий орех. Резкий рост таких испытаний наметился с 1995 г., когда начало увеличиваться и количество стран, желающих посадить на своей территории ГМ-деревья. Это вызывает тревогу экологов, которые обращают внимание на цели промышленной модификации деревьев. Основные коммерческие интересы производителей трансгенных деревьев (крупнейшими среди которых являются акционерные общества Fletcher Challenge Forests, Monfori Nusantara и GenFor SA) – это создание видов с пониженным содержанием лигнина, с ускоренным ростом и с устойчивостью к арборицидам и вредителям леса. В создании низколигнинных деревьев заинтересована целлюлозно-бумажная промышленность, так как лигнин, который составляет 15–35% от сухого вещества в древесине и является основным «стройматериалом» для клеточных стенок, при производстве бумаги должен быть удален, процесс же удаления лигнина – дорогостоящий и экологически опасный. Быстрорастущие деревья интересны для корпораций тем, что позволяют производить большее количество древесины на меньших площадях. Однако также очевидно, что подобное вмешательство в экосистемы не может пройти без последствий. Трансгенные виды можно считать однозначно полезными, только если рассматривать лес исключительно как источник сырья. Подобное понимание неизбежно нанесет очень чувствительный удар по традиционному лесопользованию коренных народов, особенно проживающих в тропиках. Кроме того, существуют и менее очевидные опасности. Например, быстрорастущие деревья, ускорение роста которых достигается за счет уменьшения количества побегов, замедления процессов цветения и созревания плодов, требуют для своего роста больше воды и питательных веществ. В результате запускается механизм эрозионных процессов почв, и структура плодородного слоя полностью нарушается. Уменьшение количества лигнина, укрепляющего клеточные стенки, делает дерево более уязвимым к болезням и насекомым, что требует использования большого количества пестицидов.

К опасностям, исходящим от конкретных видов ГМ-деревьев, добавляются еще и характерные для всех модифицированных видов, о чем сказано выше, которые в лесном секторе приобретают просто угрожающие масштабы. Так, пыльца трансгенной сосны может переноситься ветром на расстояние до 600 км. Итогом перекрестного опыления с участием низколигнинного вида может стать захват целого континента ГМ-деревьями. Тем более что и в экспериментах с деревьями случаются «ошибки». К примеру, выращенные в Германии ГМ-тополя не должны были цвести, что позволило бы избежать генетического загрязнения. Однако они все же зацвели, повергнув в глубокое уныние своих создателей. В этом случае побочный эффект оказался явным. Но ведь существуют еще и так называемые «спящие» гены, действие которых может проявиться в результате воздействия каких-то особых факторов через несколько десятков лет, когда остановить запущенный механизм будет уже невозможно.

Задача создания генетически модифицированных организмов с целью получения востребованных свойств может решаться по отношению к животным. Трансгенные животные – животные, в которых была введена чужеродная ДНК. Многие человеческие белки могут быть правильно собраны только в высших организмах. И чем более близкородствен вид, у которого синтезируется белок, к виду *Homo sapiens*, тем более правильную конформацию будет иметь белок. Этот факт вместе со знаниями о том, как ввести гены в клетки животных так, чтобы индуцировать их не только на образование необходимого белка, но и на секрецию его в кровь, привели к созданию трансгенных животных.

Сейчас распространено молочное производство нужных белков с использованием свиней и коз. Технология в данном случае такова: из животного извлекают яйцеклетки и вставляют в его генетический аппарат под контроль генов белков молока животного чужеродные гены, определяющие выработку нужных белков: интерферона, или необходимых человеку антител, или специальных пищевых белков, затем яйцеклетки оплодотворяют и возвращают в организм. Часть потомства начинает давать молоко, содержащее необходимый белок. Таким путем были получены коровы, дающие молоко с необходимыми человеческими белками, пригодное для искусственного вскармливания младенцев. Большое количество молока может быть получено от сравнительно небольшого числа животных при сравнительно невысоких реальных затратах на содержание животных. Риск загрязнения препарата ниже, чем в культуре клеток, что упрощает производство. Например, теоретически оборудование фирмы Genzyme, которая производит препараты для лечения редкого заболевания – болезни Гоше, стоимостью 10 млн долларов США, может быть заменено стадом всего из 12 коз.

Общественное внимание привлекает технология клонирования. Клонирование – бесполое воспроизведение особей, когда новый организм является результатом клеточного деления, сопровождающегося точным копированием ДНК; все особи клона, за исключением мутантов, будут генетически идентичны.

Методика клонирования на примере овечки Долли (1996 г.) выглядит следующим образом: удалив из яйцеклетки овцы ядро, то есть очистив ее от генетической

информации, в нее поместили ядро соматической клетки вымени. Соматическая клетка теоретически может принадлежать к любому типу клеток (от костного мозга до кожи). Этот «зародыш» был имплантирован в матку овцы, которая через 5 месяцев родила овечку, точную генетическую копию той овцы, у которой был взят генетический материал. С тех пор с использованием той же технологии ученые клонировали тысячи особей крупного рогатого скота, мышей и других животных. Задача клонирования – регулирование пола сельскохозяйственных животных и клонирование в них сугубо человеческих генов, «терапевтических белков», которые используются для лечения людей, например гемофиликов, которые страдают от мутаций в гене, кодирующем кровоостанавливающий белок («фактор IX»).

Клонирование возбудило дискуссии о смысле жизни, пределах вмешательства человека в жизнь. Публично обсуждается перспектива проведения работ по клонированию человека.

Возражения ученых и медицинских генетиков связаны с рисками мутаций и возникающих в результате их появления уродств и рака. Кроме того, обсуждается так называемый теломерный запрет – укороченные теломеры являются молекулярными часами, отмеряющими время жизни клеток. Теломерный запрет пытаются обойти, используя для переноса в яйцеклетку ядра из так называемых наивных (стволовых) клеток. Эти клетки как бы останавливаются в своем развитии на ранних этапах созревания зародыша, и в таком «замершем» состоянии они существуют в организме вплоть до конца его жизни. Они не проходят путь специализации, как другие клетки организма, а это дает основание надеяться, что их генетический материал эффективнее использовать, чтобы дать старт новой жизни, и что «теломерные часы» в них сделали лишь первые обороты, а значит, не слишком сильно повлияют на продолжительность жизни будущего организма. Кроме этого, используются аргументы о дороговизне клонирования, при котором много клонов просто не доживают до стадии подсадки в матку.

Сторонники клонирования указывают, что развитие технологий клонирования органов и тканей может открыть новые перспективы в области трансплантологии и травматологии. При пересадке клонированного органа не возникает необходимости подавления реакции отторжения и, следовательно, нет возможных последствий в виде рака, развившегося на фоне иммунодефицита. Клонированные органы могут стать спасением для людей, попавших в катастрофы любой природы, или для людей, нуждающихся в радикальной помощи (изношенное сердце, больная печень и т. д.).

Сторонники переноса технологий клонирования целых организмов на человека ссылаются на то, что самый наглядный эффект клонирования – дать возможность бездетным людям иметь своих собственных детей. Миллионы семейных пар во всем мире сегодня обречены оставаться без потомков, несмотря на новые возможности искусственных репродуктивных технологий.

Клонирование может облегчить груз тяжелых генетических болезней. Если гены, определяющие какую-либо подобную болезнь, содержатся в хромосомах отца, то в

яйцеклетку матери можно пересадить ядро ее собственной соматической клетки, и тогда появится ребенок, лишенный опасных генов, точная копия матери. Если эти гены содержатся в хромосомах матери, то в ее яйцеклетку можно будет переместить ядро соматической клетки отца – появится здоровый ребенок, копия отца.

Наконец, весьма экзотический аргумент, порожденный рыночным отношением к человеческой телесности. Сегодня достаточно много людей, считающих, что «любой каприз может быть удовлетворен за деньги заказчика». Они завещают отправить свой прах на ракете в сторону Солнца, тратят огромные суммы на сохранение тела после смерти в криогенных камерах до того времени, когда наука найдет способы возвращения их к жизни. Аналогично с помощью клонирования некоторые могут захотеть иметь свою собственную копию.

Дополнительный протокол к Европейской конвенции о правах человека и биомедицине запрещает «любое вмешательство, имеющее целью создать человеческое существо, идентичное другому человеческому существу, живому или мертвому». Практика клонирования рождает массу проблем – от чисто технических до гипотетических, почти фантастических. Клонирование представляется весьма заманчивым не только в сельском хозяйстве, но и видится как перспективное направление человекознания.

Несмотря на незавершенность дискуссий, уже сегодня в медицине технологии вырезания или лишения активности генов используются для изучения молекулярных механизмов огромного числа нормальных и патологических процессов – от механизмов памяти до процессов старения. Животные, в геноме которых избирательно вырезаются или лишаются активности собственные гены организма, получили название «нокаутных». Метод нокаутных животных позволяет выяснить функции «выбитой» детали, ее роль в тех или иных физиологических процессах. Особенным успехом у современных генных инженеров пользуются «нокаутные мыши», из всех быстро размножающихся и хорошо изученных животных мышь ближе всего к человеку.

Биотехнология стала основой для получения новых видов лекарств и вакцин, диагностических и лечебных препаратов, новых средств лечения (например, искусственных тканей для трансплантологии и хирургии), для создания новых методов лечения. В 1978 г. инсулин стал первым человеческим белком, синтезированным в генетически модифицированной бактерии. Инсулин занимает в истории науки особое место, его основная функция – обеспечивать проницаемость клеточных мембран для молекул глюкозы, которая является единственным видом топлива для клеточных электростанций – митохондрий. Без инсулина проницаемость клеточных мембран для глюкозы падает в 20 раз, клетки умирают от голода, растворенный в крови избыток сахара отравляет организм.

За одну и ту же молекулу Нобелевский комитет дважды присуждал свою премию: в 1923 г. – за открытие инсулина (Фредерику Бантингу и Джону Маклеоду), а в 1958 г. – за установление его химического состава Фредерику Сенгеру (инсулин оказался первым белком с полностью расшифрованной последовательностью аминокислот). До

разработки рДНК-технологий эти белки получали из источников животного происхождения, в частности инсулин получали из поджелудочной железы свиней, объем белка был ограничен, использование животных белков создавало вероятность развития иммунного ответа на чужеродный белок, кроме того, существовал риск попадания загрязнения или патогенов в организм реципиента. В 1982 г. американская компания Genentech стала продавать натуральный человеческий инсулин, синтезированный в биореакторе генетически модифицированными бактериями кишечной палочки.

В начале XXI в. группа исследователей, возглавляемая доктором Дж. Глориозо из Питсбургского университета (Пенсильвания, США), известила общественность об удачном окончании серии экспериментов в области принципиально нового типа обезболивания. Ученым, используя в качестве вектора вирус простого герпеса, удалось встроить в клетки головного мозга лабораторных мышей большое количество копий гена человеческого препроэнкефалина. Это вещество в организме мышей превращается в вышеописанный энкефалин, который и снимает боль. По сути дела, исследователям удалось «импортировать» в клетки подопытных животных «генетический мини-завод» по производству сильного обезболивающего вещества. Ученые вводили трансгенированным мышам капсикаин (вещество, придающее жгучесть перцу чили), и реакция животных была спокойной.

Неудивительно, что эта работа сразу же привлекла внимание врачей, ведь такая технология может весьма эффективно помочь пациентам, страдающим интенсивными болями в течение длительного времени. Учитывая естественный характер энкефалина, ожидают малое количество побочных эффектов. Присутствие в организме больного самовосполняющегося запаса анальгетика могло бы позволить медикам отказаться от частого изнурительного введения постоянно увеличивающихся доз наркотиков. В общем, в определенном смысле этот метод был бы большим шагом вперед.

Генная инженерия позволяет создавать новые типы вакцин, в том числе безынъекционных. Традиционные вакцины содержат убитый или ослабленный патогенный организм. Белки, создаваемые с помощью рДНК, устроены таким образом, что настраивают иммунную систему против определенного патогена без использования каких-либо частей самого патогена. Уже запатентованы многочисленные методы применения антивирусных вакцин, включая вакцины от различных форм гепатита, герпеса, вируса иммунодефицита человека, вируса человеческой папилломы, атипичной пневмонии и других вирусов. Рекомбинантные технологии могут позволить включить в продукты питания необходимые гены. Например, компания Biolex Therapeutics разработала способ биосинтеза человеческих моноклональных антител в кукурузе и в настоящее время ищет способ получения биопрепаратов моноклональных антител против респираторно-синцитиального вируса, ревматоидного артрита и лимфомы. Клинические испытания проходит съедобная (в кукурузе) вакцина против бактериального токсина, вызывающего так называемую «диарею путешественника». Эти испытания – первый тест съедобной вакцины, получаемой из растений. В клинических испытаниях проходят препараты против одного из типов лимфомы, кистозного фиброза. Такие вакцины имеют большое значение для

вакцинации населения развивающихся стран. Для регионов с тропическим и субтропическим климатом привлекательным источником вакцин может стать банан. Были созданы и проходят оценку трансгенные бананы, содержащие инактивированные формы вируса холеры, гепатита В и диареи. Поедание этих бананов будет вакцинировать против вышеперечисленных вирусов. Среди проблем, затрудняющих расширение испытаний, – нерешенность проблемы переваривания.

В сфере медицины основные проблемы, разработкой которых занято сейчас научное сообщество передовых стран, таковы:

- Доставка генов к клеткам-мишеням организма. Сюда относится обработка временно извлеченных из организма клеток, *ex vivo*, и их механическая доставка *in vivo*. Кроме того, активно разрабатываются способы стабилизации нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) для их инъекции в кровяное русло или для перорального применения.

- Доставка нуклеиновых кислот внутрь клеток. Кроме микроинъекции генов в клетки, разрабатываются и другие способы преодоления клеточной мембраны: с помощью непатогенных вирусов, с помощью поликатионов или липидных микроконтейнеров (липосом), а также с использованием химически модифицированных ДНК и РНК.

- Блокировка или разрушение вредного гена, либо блокировка продуцируемой им РНК с помощью антисмысловых ДНК или РНК. Это направление работ обещает стать одной из главных стратегических линий в борьбе с раковыми и вирусными заболеваниями. Последовательность антисмысловых молекул комплементарна последовательности мРНК. Когда они связываются с мРНК, предотвращается экспрессия гена, так как мРНК приводится в неактивное состояние. Антисмысловые молекулы (антисенс-молекулы, антисенс-технология) предотвращают работу генов. Например, когда в клетку проникает ретровирус в виде цепочек РНК, он нуждается в обратной транскриптазе для репликации своих генов. На сегодняшний день попытки лечения ВИЧ включают использование азидотимидина AZT и дидезоксиинозина ddI, которые блокируют обратную транскриптазу, прекращая рост цепи ДНК, когда эти молекулы встраиваются в нее. Данные препараты имеют серьезное побочное действие, сходное с химиотерапией. Гены, кодирующие молекулу, комплементарную последовательности РНК ВИЧ, были введены в стволовые клетки костного мозга больных ВИЧ, которые в свою очередь потом вводились пациентам. Введенные клетки синтезировали молекулу, которая связывалась с одноцепочечной РНК ВИЧ, блокируя транскрипцию. Этот подход дал многообещающие результаты во время клинических испытаний.

- Введение нового активного гена или регулятора активности генов. От успехов этого направления целиком зависит лечение наследственных болезней и в большой степени инфекционных болезней.

- Введение генов или их комплексов, блокирующих клеточное деление или вызывающих смерть клеток как средство кардинальной раковой терапии.

Развитые страны мира неуклонно идут к победе над многими тяжелейшими недугами человечества, и недооценка этого в любой «отдельно взятой стране» – непосредственная угроза ее безопасности. Отсутствие соответствующего уровня генодиагностики и генотерапии раковых, сердечно-сосудистых, наследственных и вирусных заболеваний будет неизбежно приводить к генетической деградации и вымиранию нации. Более того, человечеству необходимо быть готовым (а для этого опять-таки нужен высокий научный и технический уровень биологических исследований) к появлению неожиданных новых болезней и вредных генетических агентов. Все знают, каким сюрпризом для человечества стало появление вируса иммунодефицита человека – СПИДа, который обнаружили в то время, когда казалось, что человечество вот-вот победит все болезни. Средства массовой информации информируют общественность о появлении новых штаммов вируса гриппа – «птичьего», «свиного» и пр. Существуют и потенциально опасные «странные» вирусы, вызывающие так называемые медленные инфекции, и латентные вирусы, активирующиеся только в определенной ситуации. В человеческом организме присутствуют также некие генетические элементы, которые достаточно активировать, чтобы они превратились как бы в вирусы. Эти обстоятельства требуют разрешения вопроса о соотношении фундаментальных и прикладных разработок в сфере биомедицины, оценки рисков, совершенствования нормативной базы на уровне государств и межгосударственном уровне.

Биотехнология в технике связана с созданием диффузоров для акустических систем, биосенсоров на основе макромолекул, нового поколения накопителей энергии. Графитовые электроды обычных литиевых батареек непропорционально велики для той энергии, которую они запасают. Для того чтобы сделать электроды менее громоздкими, исследователи обратились к вирусам. В Массачусетском технологическом институте сконструировали вирус M13, имеющий форму трубочки, белковая оболочка которой захватывает атомы кобальта и золота. Пленку полимерного электролита погрузили в раствор с вирусными частицами, а затем в жидкость, содержащую атомы металлов. В результате получился тонкий лист, покрытый молекулами оксида кобальта и атомами золота. В журнале Science сообщается, что батарейка с такими электродами может запасать почти втрое больше энергии, чем обычная. Теперь ученые намереваются сделать противозлектрод, в дальнейшем и самособирающуюся батарейку [\[112\]](#).

Содержание проблем генной инженерии выходит далеко за пределы конкретной науки. Ее развитие является отражением ключевых тенденций развития науки в XX в. В период становления естествознания субъект познания рассматривался прежде всего как наблюдатель, стоящий вне исследуемой и подвергающейся воздействию природы. Для науки XVIII–XIX вв. было характерно грубое вмешательство ради познавательных целей, среди методов познания природы преобладали аналитические методы. В XX в. воздействие науки на живое ради познавательных и практических целей становится все более сложным, осуществляется органическими методами. В биотехнологии человек выступает не столько как наблюдатель, сколько как активный преобразователь природы. Человек получил возможность не только использовать готовые продукты

среды для собственных целей и управлять организмами, но и творить новые организмы. Биотехнология сделала живое объектом проектирования и конструирования, когда стирается сама граница живого и неживого, тем самым еще с большей очевидностью проявляется иллюзорность оторванности человека от природы. Новый объект, обладающий всеми характеристиками живого, создается искусственно с помощью рекомбинантных ДНК, при этом целостные его характеристики не могут быть полностью предсказаны на основе ранее имевшихся знаний. В генной инженерии манипулируют с молекулярной частью, безусловно, важной для размножения. Но исследование биологически значимых химических молекул не дает картины организма в целом, при этом не может быть учтено его взаимодействие с другими организмами, целостность и взаимозависимость функционирования отдельных органов внутри целого. Так, например, несколько лет назад ученые американского департамента сельского хозяйства провели опыт по пересадке генов человека в эмбрионы свиней, целью которого было получение постной свинины. Результат был признан неудачным, хотя основная цель была достигнута: животные страдали тяжелой формой артрита, косоглазием, а кожа на голове была морщинистой.

При манипуляциях с молекулярной основой наследственности при их промышленном применении происходит нарушение основного принципа эволюции – принципа постепенного возникновения и развития жизни во всей ее целостности. Если в природе изменения происходят чрезвычайно медленно, через многообразие, то в лабораторных условиях эти изменения осуществляются в одном направлении, довольно быстрыми темпами, за счет огромного размножения особей одного вида. При этом просто невозможно провести проверку возможностей нового организма на способность стать исходным пунктом нового развития. Исследователи стараются ослабить новые организмы, чтобы они не смогли выжить в условиях природной среды. Однако существует риск возможности мгновенного появления возбудителей, опасных для человека, или же медленного развития их из прежних безобидных культур. Современное состояние незнания многими исследователями оценивается как содержащее значительные опасности.

Генно-инженерная деятельность – это не просто создание нового, это отражение стремления человечества облагородить, улучшить и среду, и самого себя. Генетическое «улучшение» в некоторых действиях биотехнологических корпораций стало самоцелью (примером может служить создание голландскими учеными генетически модифицированной марихуаны). В основе таких попыток улучшения лежат отнюдь не благородные устремления, а в чистом виде коммерческие интересы.

Возможен ли иной путь развития науки, не связанный с ее технизацией, может ли современная наука избежать социальной оценки при переходе к практическому конструированию познаваемых объектов? Например, Эрика Хиккель предлагает возрождение прежних методов познания природы, таких как вчувствование, озарение, просветление (*labor* – работа, *oratorium* – зал для молитв). От науки требуется, чтобы она практиковала самоограничение в стремлении манипулировать в областях обширного незнания (таких, как жизнь и наследственность).

Однако требовать самоограничения только на уровне отдельных ученых и коллективов весьма утопично. Исследовательская свобода – одна из ценностей для западной цивилизации, она провозглашается как условие прогресса технологии, охраняется и поддерживается. При этом долгое время подразумевалось, что исследовательская деятельность как таковая не рождает моральных проблем, поскольку ее единственной целью выступает истина. Пределы действия морали в науке сводились к следованию нормам доказательности и правилам метода, преданности делу, настойчивости, дисциплинированности, способности противостоять предрассудкам внутри науки и не налагали никакой вненаучной ответственности на ученых. Социальное измерение во внутринаучную деятельность привносилось исключительно тем, что отдельный ученый должен делить общую ответственность научного сообщества за полученные результаты и представленные доказательства. Фактически в силу коллективного характера научной деятельности общая ответственность ученых рассматривалась как чисто техническое средство нормальной научной работы. Ранее научная мораль не накладывала внешних обязательств на научное сообщество.

В настоящее время ситуация кардинально изменилась. При соединении сферы наблюдения и действия, науки и практики, наука сделала акцент на утилитарно-практическую реализацию своих знаний, что отчетливо видно в развитии биотехнологии и генной инженерии. Проблема «наука и мораль» приобрела более общий и актуальный характер, поскольку человеческое действие стало оказывать заметное влияние на окружающий мир и на благополучие человека и общества, а действие уже подлежит моральной оценке.

Именно в XX в. возникла задача организации социальной и экономической привязки науки за счет многоступенчатой оценки последствий применения научных достижений. Человечество давно нарушает и уничтожает непонятное в природе, однако никогда ранее не предполагалось, что возможности разрушения большие, чем возможности познания и оценки размеров познания. Нравственно-гуманистический смысл генной инженерии определяется тем, в какой мере человек как целостность, индивидуальность, ценность может быть включен в предмет биотехнологии и генной инженерии. Вслед за познанием и овладением природными объектами раздаются призывы перейти к преобразованию самого человека. Соблазн перенести генную инженерию на человека очень сложно сдержать законами. В стремлении к воспроизводству и изменению человека сливаются все ветви познания. Наиболее совершенные аналоги органов человека, используемые в медицине (искусственное сердце, почки, кожа), получены с помощью биотехнологии. В возможности распространить достижения биотехнологии на человека проявляется тенденция к преобразованию всех объектов, включая самого творца – человека. При этом возникает проблема с определением статуса человека, если не сейчас, то в ближайшем будущем: можно считать человеческим такой способ существования, когда наиболее важные органы в теле неестественного происхождения, для питания используются ГМО и окружающая среда значительно изменена. Идея появления «биокиборга», достаточно полно представленная в фантастической литературе и кинопродукции, выглядит как реальность будущего цивилизации. Количество сознательно созданных предметов

сегодня все больше превосходит число естественных объектов. Познание, превращаясь в технологию, весьма быстрыми темпами ведет к появлению нового мира.

Бурный прогресс последних десятилетий в области фундаментальной и прикладной генетики вновь поставил человечество перед глобальной проблемой выживания и всеобщей безопасности. С этими проблемами человечество сталкивается не впервые. Уже существует достаточно богатый опыт решения подобных вопросов, возникших как следствие бурного развития ядерной физики. Перед первым испытанием атомной бомбы руководители американского атомного проекта обратились к теоретикам с вопросом: не послужит ли атомная бомба запалом для термоядерной реакции, которая охватит всю земную атмосферу? [\[113\]](#)

Первой реакцией теоретиков был ответ: скорее всего, ничего страшного не произойдет. Но что значит «скорее всего»? Теоретики решили, что одному из них надо попытаться строго решить задачу: есть ли вероятность того, что подобная катастрофа произойдет? Был выбран самый дотошный, самый аккуратный из американских теоретиков – Г. Брейт. Сложно даже представить тот груз ответственности, который был на него возложен. Проанализировав все возможности, Брейт дал ответ: возможность того, что взрыв атомной бомбы вызовет цепную реакцию в атмосфере, следует считать полностью исключенной.

Подобные драматические события развивались и при рождении генной инженерии. В 1974 г. после первых опытов по получению рекомбинантных ДНК и доказательств их успешной работы в клетке ученые задались вопросом об опасностях перетасовок генов. Группа ведущих молекулярных генетиков во главе с Бергом опубликовала письмо с сообщением о том, что они временно прекращают работы по генной инженерии. Они призывали всех коллег в мире сделать то же самое вплоть до чрезвычайного съезда специалистов, где предлагалось обсудить обоснованность возникших опасений и разработать меры, которые позволили бы максимально уменьшить риск проведения работ в области генной инженерии. И хотя съезд в 1975 г. наложил запрет на работу по генной инженерии, через год этот запрет был снят. Однако за это время были разработаны рекомендации при проведении генно-инженерных работ, были проведены специальные исследования, чтобы выяснить степень риска и разработать приемы, минимизирующие опасность.

В генетике по сравнению с физикой появляется особая, присущая данной области проблематика. Зачастую этические проблемы не носят внешне глобального характера, но рассмотренные в рамках каждой отдельной семьи, отдельного человека по своему драматизму не уступают угрозе ядерной войны. В настоящее время не имеется однозначной согласованной оценки права человека на безграничное расширение сферы научного поиска. Ученые, представители религиозных конфессий, политики, общественные организации констатируют: чем интенсивнее развивается научно-практическая база современной генетики, тем больше возникает трудноразрешимых морально-этических проблем. Человечество пока не успевает давать этическую оценку (и давать соответствующие меры декларационного или законодательного характера)

ВНОВЬ И ВНОВЬ ВОЗНИКАЮЩИМ МЕТОДАМ, ТЕХНОЛОГИЯМ, ВОЗМОЖНОСТЯМ.

Нельзя не учитывать и новые возможности создания биологического оружия. Непредсказуемо возникшие, или вышедшие из-под контроля, или сознательно изготовленные биологические (генетические) агенты, которые могут поражать людей, животных и растения, в случае сознательного использования становятся биологическим оружием. С этим видом вооружения нельзя сравнить все другие разрушительные продукты военных технологий, поскольку изготовление биологического оружия не требует значительных средств. Его можно сделать направленным, так, что оно не будет грозить нападающей стороне. Можно добиться, чтобы это оружие не выявляло нападающую сторону, то есть действовать без объявления войны. Биологическое оружие могут изготовить и использовать небольшие террористические группы. К борьбе с этой опасностью человечество должно быть готовым. Биологическая безопасность должна стать одной из приоритетных задач человечества в целом и каждой цивилизованной страны в отдельности.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Когда стала развиваться биотехнология в широком и узком смысле слова? Укажите специфические характеристики биотехнологии как области соединения науки и технологии?
2. Перечислите сферы применения генной инженерии? Развитие каких направлений генной инженерии, по вашему мнению, рождает наиболее острые этические проблемы?
3. Опишите технологию клонирования млекопитающих? Что привлекает и что отталкивает вас в перспективах клонирования человека?
4. Что такое «биологическая безопасность», какие аспекты вы бы отнесли к концепции биологической безопасности конкретного государства?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Клоном называется: А) генетически идентичная копия другого организма; Б) генетически модифицированная копия другого организма; В) генетический гибрид двух организмов; Г) бактерия, измененная для продуцирования человеческого гормона.
2. Организм, сконструированный генетической инженерией, который может передавать новые гены потомству, называют: А) фотогеничным; Б) трансгенным; В) гигиеничным; Г) бионичным.
3. Первым успешно клонированным млекопитающим была: А) корова; Б) овца; В) свинья; Г) обезьяна.
4. Плазмиды – это: А) маленькие молекулы ДНК вне бактериальной хромосомы,

которые могут самостоятельно реплицировать; Б) слабые вирусы, которые могут войти в клетку, но не могут ее убить; В) белки, из которых состоит бактериальная мембрана; Г) вирулентные вирусы, убивающие бактериальную клетку.

5. Соматические клетки представляют собой: А) клетки тела; Б) покоящиеся клетки; В) пораженные бактериофагом клетки; Г) клетки, которые невозможно культивировать.

6. Трансгенный организм – это: А) организм с необычным набором транспозонов в геноме; Б) организм с неполовой репликацией; В) организм, созданный методами генной инженерии и способный передавать новые гены своему потомству; Г) организм, в популяции которого много генетических вариаций.

ГЛАВА 13.

Нанотехнологии в XX веке

В литературе при попытках реконструировать историю нанотехнологии наиболее часто упоминается лекция известного физика Ричарда Фейнмана «Там внизу много места» [\[114\]](#), в которой автор рассуждает о возможности миниатюризировать информационные устройства для изучения субмикроскопического мира. Иногда в качестве источника идей, значимых для становления нанотехнологии, приводится работа Дж. фон Неймана «Общая и логическая теория автоматов», в которой обсуждается объединение физики, инженерных знаний и информационных технологий, хотя и не в наномасштабе. Однако указанные авторы не использовали термин «нанотехнология». Это было сделано Эриком Дрекслером в книге «Машины созидания» [\[115\]](#) для описания мира, в котором молекулярное производство позволит людям производить все необходимое. Отходы будут помещаться людьми в некий ящик (автономные наномашины), который будет в наномасштабе преобразовывать ненужные материалы в нужные формы. Дрекслер предупреждал, что развитие нанотехнологии надо оградить от случайного освобождения из-под контроля человека этих самовоспроизводящихся наномашин, которые могут начать без связи с человеческими целями трансформировать естественные и искусственные объекты, превращая планету в массу необитаемой «серой слизи». Дрекслер организовал институт по изучению научных и социальных последствий нанотехнологии (институт научного прогнозирования), он был обвинен в том, что не имел надежного научного обоснования для развиваемой им картины будущего, некоторые указывали, что картина, нарисованная Дрекслером, просто «запугивает детей». [\[116\]](#)

Необходимо разобраться в том, какие реальные научные и инженерные достижения обеспечили преобразование старых технологических проблем в новые нанотехнологические задачи, а также определить факторы развития нанотехнологий, указав на специфику этого остромодного направления исследований.

Название новой науки возникло в результате добавления к понятию «технология» приставки «нано», которая имеет древнегреческие корни и означает «карлик». В латыни «нано» означает «маленький» или «крошечный». Приставка «нано» указывает на изменение масштаба в 10^{-9} (миллиард) раз, то есть 1 нанометр = 1 нм = 10^{-9} м (одна миллионная миллиметра). Для наглядности можно представить, что 1 нм примерно в 100 тысяч раз меньше толщины человеческого волоса, а волосы человека растут со скоростью 10 нм/с.

К предмету нанонауки принято относить процессы и объекты с характерной длиной от 1 до 100 нм. Верхняя граница нанообласти соответствует минимальным элементам в так называемых БИС (больших интегральных схемах), широко применяемых в полупроводниковой и компьютерной технике. С такими объектами физика, химия, биология имеют дело примерно 100 лет, а обсуждения их состава и структуры идут еще более долгий период (1 нм почти точно соответствует характерному размеру белковых

молекул, в частности, радиус двойной спирали молекулы ДНК равен именно 1 нм, многие вирусы имеют размер 10 нм). Однако о современном понимании нанонауки и нанотехнологии следует говорить с момента появления возможностей манипулирования и создания нанообъектов.

Нанонаука – междисциплинарная наука, относящаяся к фундаментальным физико-химическим исследованиям объектов и процессов с масштабами в несколько нанометров ($1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$).

Нанотехнология – совокупность прикладных исследований нанонауки и их практических применений в создании и использовании материалов, устройств и технических систем, функционирование которых определяется наноструктурой, то есть фрагментами от 1 до 100 нм.

Королевское общество Великобритании разделяет нанонауку и нанотехнологию следующим образом: нанонаука связана с исследованием наномасштабных частиц и манипулированием ими, а нанотехнология разрабатывает, описывает и изготавливает структуры, устройства и системы в наномасштабе.

В литературе большую распространенность имеет понятие «нанотехнология», что можно объяснить, в частности, тем, что объекты исследования нанонауки сами требуют использования инструментов, практических приемов и методов, которые, по сути, относятся к сфере технологии.

В настоящее время существует множество определений нанотехнологии, ни одно из них не имеет безусловной поддержки среди общественности. Определения в значительной степени носят политический характер, зависят от национальных интересов и состава социальных агентов, заинтересованных в развитии этого направления. Китай, Корея и Япония делают упор на материалы, связанные в первую очередь с электроникой, тогда как исследователи в Африке и Латинской Америке интересуются в большей степени медицинскими и экологическими аспектами. Применение определений в разных странах зависит во многом от того, в какой области страна достигла наибольших успехов. Например, в рамках программы «Национальная нанотехнологическая инициатива» США используют следующее официальное определение нанотехнологии: «Проведение научных исследований и развитие технологии на атомном, молекулярном или макромолекулярном уровнях в пространственной шкале приблизительно от 1 до 100 нм в целях фундаментального изучения явлений и материалов в наномасштабе, а также создания и использования различных структур, устройств и систем, имеющих новые свойства и функции в силу своего малого и/или промежуточного размера».

Определение Национального научного фонда США предполагает, что нанотехнология есть новый вид науки, которая возникает на стыке биологии, информационной технологии и когнитивной науки и изучает явления в наномасштабе: «конвергенция технологий нанобио-инфо-когно (НБИК)» [\[117\]](#). Это определение требует совместной

работы ученых разных специальностей, что отражает особенности современного этапа развития науки и технологии.

Существование нескольких определений является свидетельством того, что формирование новых дисциплин, таких как биотехнология и нанотехнология, стирает границы между фундаментальными и прикладными исследованиями, теми исследованиями, в которых заинтересованы государственные структуры, и интересами частных инвесторов. В результате наблюдается смешение представлений о фактически достигнутых учеными результатах, о нынешнем состоянии исследований и представлений о практических приложениях, имеющих потенциальную пользу и потенциальные риски.

Глаз, позволяющий человеку изучать окружающий мир, представляет собой довольно простую оптическую систему, главным элементом которого является хрусталик – фактически линза из жидкокристаллического вещества. Минимальные объекты, которые можно разглядеть при помощи такой оптической системы, имеют размеры около 0,1 мм, длительное время в науке для изучения более мелких предметов применяли оптические микроскопы.

Независимо от используемых линз и способа их соединения разрешающая способность таких приборов ограничена основным правилом оптической техники (сформулировано в 1873 г.). В соответствии с этим правилом минимальные объекты различаемых деталей рассматриваемого объекта не могут быть меньше, чем длина света, используемого для освещения. Если самые короткие длины волн диапазона соответствуют примерно 400 нм, то разрешающая способность оптических микроскопов принципиально ограничена половиной этой величины, то есть составляет около 200 нм.

Для преодоления основного правила оптической техники стали создаваться приборы, основанные на использовании волновых излучений с меньшей длиной волны, то есть излучений невидимой природы.

В квантовой механике электрон может рассматриваться в качестве волны, на которую можно воздействовать электрическими или магнитными линзами. На этом основан принцип действия электронных микроскопов, в нем вместо стеклянных линз применяются электронные линзы (поля соответствующей конфигурации). Электронные пучки не могут распространяться без рассеивания даже в газовых средах, поэтому внутри электронного микроскопа, вдоль всей траектории электронов, должен поддерживаться высокий вакуум. Электронные микроскопы разделяются на два больших класса по методике применения: просвечивающие электронные микроскопы (ПЭМ) и сканирующие (СЭМ). Основное отличие состоит в том, что в ПЭМ электронный пучок пропускается через тонкие слои исследуемого вещества толщиной не менее 1 мкм (условно говоря, просвечивает эти слои насквозь), а в СЭМ электронный пучок последовательно отражается от маленьких участков поверхности (структура поверхности и ее характерные особенности могут быть определены при этом регистрацией отраженных электронов или вторичных электронов, возникающих при

взаимодействии пучка с поверхностью). Идея состоит в том, что поверхность тела сканируется электронным пучком, создаваемым внешним источником под напряжением порядка нескольких десятков киловольт. Облучаемая при таком сканировании поверхность кристалла начинает излучать либо так называемые вторичные электроны, либо кванты света, которые регистрируются, усиливаются, преобразуются по интенсивности и т. п., после чего подаются на экран электронно-лучевой трубки, создавая видимое изображение поверхности.

Работа с электронными микроскопами является достаточно сложной из-за необходимости тщательной подготовки образцов и обеспечения высокого вакуума внутри всей экспериментальной установки. Этих недостатков лишены сканирующие электронно-зондовые микроскопы (СЭЗМ). Характерной чертой этих микроскопов является то, что они сканируют поверхность исследуемого образца при помощи зонда или щупа в виде крошечной металлической иголки. Зонд, по сути, – это микроскопический, крайне чувствительный щуп, который пробегает, сканирует шероховатости поверхности атомарного размера. Атомы острия щупа «чувствуют» атомы, находящиеся на поверхности, тем сильнее, чем ближе они находятся друг к другу. Возникающие силы межатомного взаимодействия немного изменяют положение щупа, изменение можно обнаружить чувствительным детектором.

Между зондом и поверхностью приложено электрическое напряжение, в результате чего возникает туннельный эффект. Туннельным эффектом называется преодоление частицей потенциального барьера в случае, когда ее полная энергия (остающаяся при этом неизменной) меньше высоты барьера. Это явление имеет квантовую природу, так как подразумевает прохождение частицы сквозь область пространства, пребывание в котором запрещено классической механикой. Примером может служить «перескок» электрона сквозь тонкий слой диэлектрика, разделяющий два проводника. В классической механике частица не может оказаться в области такого барьера и тем более пройти через него, так как это нарушает закон сохранения энергии. Но в квантовой физике ситуация иная. Квантовая частица не движется по какой-то определенной траектории. Состояние частицы (ее координата и импульс) описывается волновой функцией. С увеличением высоты и ширины барьера, а также массы частицы вероятность туннельного эффекта экспонентально падает. Вспомните принцип неопределенности Гейзенберга, который гласит, что невозможно точно определить положение и импульс частицы одновременно. Малая неопределенность координаты частицы (с точностью до толщины барьера) приводит к неопределенности ее импульса, а следовательно, к кинетической энергии. Соответственно появляется некоторая вероятность прохождения частицы сквозь потенциальный барьер.

Величина туннельного тока позволяет фиксировать неоднородности или иные особенности исследуемой поверхности. При этом зонд находится на расстоянии 1 мкм (10^{-6} м) от образца, что является условием возникновения и поддержания туннельного тока (при более малых расстояниях возникает сильный электрический ток обычного типа, при больших – туннельный ток становится ничтожно малым). Туннельный ток имеет квантовую природу.

Для устранения возможного контакта иглы с поверхностью образца или ее выхода из области протекания туннельного тока используют систему обратной связи. Эта система постоянно регистрирует туннельный ток, корректируя высоту зависания зонда над образцом в соответствии с заданной величиной туннельного тока в каждой точке сканирования. При этом зонд остается на одном и том же расстоянии от поверхности, что позволяет определить распределение электронной плотности над образцом, а траектория зонда отражает рельеф поверхности образца. Таким образом, сканируя поверхность образца, можно получить распределение атомного потенциала, а также информацию о расположении атомов в структуре с атомным разрешением. При идеальной остроте зонда (когда на его острие будет находиться один-единственный атом) точность измерения будет соответствовать отдельным атомам. Небольшие изменения величины туннельного тока будут означать изменения ориентации атома на поверхности. В 1986 г. за разработку сканирующего туннельного микроскопа швейцарский ученый Г. Рорер и немецкий ученый Г. Биннинг были удостоены Нобелевской премии по физике.

В реальных условиях экспериментаторы не могут пользоваться столь тонкими атомарными зондами, а применяют пьезоэлементы из специальной керамики, в которых изменения приложенного электрического напряжения вызывают механическое сжатие. Такие пьезоэлементы широко применяются в бытовой технике, когда необходимо перевести электрические сигналы в механические колебания (например, для подачи звуковых сигналов в электронных часах). Такие микроскопы обладают повышенной разрешающей способностью (по сравнению с обычными электронными микроскопами) по отношению к вертикальной координате изучаемого объекта. В частности, они могут создавать изображение «профиля» поверхности твердого тела с точностью до размеров отдельного атома.

Для изучения поверхности материалов-изоляторов были созданы электронные микроскопы нового типа – атомарно-силовые микроскопы (АСМ, 1986). АСМ использует энергию атомарных сил. В нем зонд прикреплен к концу плоской пружины (кронштейна) и его положение определяется величиной межатомных сил, возникающих между острием зонда и атомами поверхности. Таким образом, в этом приборе измеряемой физической величиной выступают непосредственно силы взаимодействия между атомами, величина которых определяется «шероховатостью» конкретного участка поверхности в точке измерения. Величина сил, возникающих между острием зонда и атомами конкретного участка «шероховатой» поверхности, соответствует степени изгиба пластины-кронштейна, которую можно измерить с высокой точностью, регистрируя отраженный пластиной лазерный луч при помощи обычного оптического детектора.

Сила взаимодействия между атомами, величина которых определяется «шероховатостью» конкретного участка поверхности в точке измерения, является «отталкивающей» по характеру, а ее величина может быть выражена в привычных единицах силы. В остальном принцип действия АСМ остается прежним – поверхность сканируется зондом с тщательной регистрацией положения и контролем расстояния

между зондом и образцом, после чего полученная информация переводится в изображение.

АСМ позволяет получать изображения с очень высокой степенью точности (вплоть до 10^{-10} м), превышающей точность сканирующих туннельных микроскопов. Это объясняется тем, что в АСМ нет ограничения на близость острия к исследуемой поверхности, можно исследовать материалы-диэлектрики, в которых токи не возникают, кроме того, точность можно повысить за счет улучшения характеристик материала кронштейна. Возникающие в кронштейне колебания можно регистрировать с высокой степенью точности (около 1 нм), что соответствует атомарному разрешению.

Вспомним, что такое сканирование нельзя осуществить оптическими микроскопами, поскольку их разрешающая способность ограничена длиной волны видимого света (дифракционный предел) и не может быть выше нескольких сотен нанометров. Однако в 1992 г. был сконструирован сканирующий оптический микроскоп, обладающий пространственной разрешающей способностью в 1/40 от длины световой волны (для «заострения» были применены оптические волокна). Это позволило сканировать поверхности образцов подобно туннельному и атомарному микроскопу, при этом разрешающая способность соответствовала длинам порождаемых волн. Таким образом, появилась возможность получать оптическую информацию о строении поверхности образца в наномасштабе, эта технология рассматривается как весьма перспективная для применения в области оптических запоминающих устройств со сверхвысокой плотностью записи, а также для создания оптической микрообработки поверхностей.

Создание технических устройств, позволяющих работать в наномасштабах, привело к идее создания технологий нового типа.

Способы технологического воздействия обычно делят, условно говоря, на подход «сверху-вниз» и подход «снизу-вверх». Подход «сверху-вниз» основан на уменьшении размеров физических тел механической или иной обработкой. Это традиционный способ обработки исходного сырья, в ходе которого «отсекается» все лишнее. В XX в. такой подход продолжает быть определяющим, причем обработка материалов достигла такого совершенства, что стало возможным осуществлять ее вплоть до получения объектов с ультрамикроскопическими, нанометровыми параметрами (до 100 нм). Однако такая сверхтонкая обработка весьма сложна и требует дорогостоящего оборудования, вследствие чего она малопригодна для организации эффективного крупномасштабного производства.

Идея технологии нового типа «снизу-вверх» заключается в том, что сборка создаваемого объекта осуществляется непосредственно из элементов низшего порядка (атомов, молекул, структурных элементов биологических клеток и т. п.), располагаемых в требуемом порядке. Сборка «снизу-вверх» (самоорганизация вещества) является в природе довольно распространенным явлением. Разнообразные взаимодействия атомов и молекул способны приводить к образованию высокоупорядоченных состояний из исходных гомогенных смесей. Ярким примером являются живые организмы,

способные усваивать «мертвые» клетки других организмов и перерабатывать их в новые «живые» клетки. Структурирование и сборка биологических тканей происходят на атомарно-молекулярном уровне, причем живые организмы осуществляют их с высокой эффективностью. Примером такого подхода «снизу-вверх» в технике может служить поштучная укладка атомов на кристаллической поверхности при помощи сканирующего туннельного микроскопа. Метод позволяет наносить друг на друга не только отдельные атомы, но и слои атомов. В настоящее время в этом подходе используются естественные или природные материалы, объединяемые или конструируемые для конкретного продукта. Пока этот подход характеризуется очень низкой эффективностью и производительностью, однако аналитики считают, что ему принадлежит будущее. Преимущества связаны с бесконечной возможностью создания любых веществ, объектов, устройств или материалов, изготавливаемых атом за атомом.

Многими странами развитие такого подхода представляется в качестве магистрального пути прогресса. Использование характерных особенностей веществ на расстояниях порядка нанометров создает дополнительные, совершенно новые возможности для создания технологических приемов в сфере электроники, материаловедения, химии, медицины и многих других областях. Получение новых материалов и развитие новых методик обещает произвести настоящую научно-техническую революцию в информационных технологиях, производстве конструкционных материалов, изготовлении фармацевтических препаратов, конструировании сверхточных устройств и т. д. О том, что происходит новая научно-технологическая революция, можно говорить в связи с тем, что нанотехнологический подход, во-первых, означает целенаправленное регулирование свойств объектов на молекулярном и надмолекулярном уровнях, во-вторых, требует переосмысления места человека в мире, измененном и созданном на наноуровне.

Наноматериалы – не один универсальный материал, это множество различных материалов. Заблуждением является представление о наноматериалах как об очень маленьких наночастицах. Многие наноматериалы являются не отдельными частицами, они могут представлять сложные макро- и микрообъекты, которые наноструктурированы на поверхности или в объеме. Такие наноструктуры можно рассматривать в качестве особого состояния вещества, так как свойства материалов, образованных с участием наноструктурных элементов, неидентичны свойствам объемного вещества.

Согласно рекомендациям VII Международной конференции по нанотехнологиям (Висбаден, 2004) выделяют следующие типы наноматериалов: нанопористые структуры; наночастицы – диаметром от 5 до 100 нм состоят из 10^3 – 10^8 атомов; нанотрубки и нановолокна; нанодисперсии (коллоиды); наноструктурированные поверхности и пленки; нанокристаллы, или нанокластеры – частицы упорядоченного строения размером от 1 до 5 нм, содержащие до 1000 атомов.

Наноматериалы характеризуются несколькими основными свойствами, ставящими их вне конкуренции по сравнению с другими материалами, находящими практическое

применение в деятельности человека. Во-первых, свойство суперминиатюризации. Все наноматериалы состоят из очень мелких составных частей, которые нельзя увидеть невооруженным глазом. На единице площади можно разместить больше функциональных устройств, проникнуть внутрь организма или макромашин. Во-вторых, наноматериалы обладают большой удельной площадью поверхности, ускоряющей взаимодействие между ними и средой, в которую они помещены. На этом свойстве основано создание нанофильтров, позволяющих отсеять бактерии, эффективно поглотить примеси или токсины. Каталитически активные вещества позволяют в миллионы раз ускорить химические или биохимические реакции. В-третьих, в наноматериалах вещество находится в особом «наноразмерном» состоянии. Изменение основных характеристик обусловлено не только малостью размеров, но и проявлением квантовомеханических эффектов при доминирующей роли поверхностей. Эти эффекты имеют место при таком критическом размере, который соизмерим с так называемым корреляционным радиусом того или иного физического явления (например, с длиной свободного пробега электронов, длиной когерентности в сверхпроводнике, размерами магнитного домена и т. д.) Характерной особенностью наночастиц является отсутствие структурных дефектов. Это делает частицы идеальными элементами совершенных энергосберегающих лазерных и светоизлучающих элементов, а углеродные нанотрубки – высокопрочными материалами, прочность которых в десятки раз превышает прочность стали.

Развитие методов обработки новых материалов приведет к новым свойствам материалов: например, уменьшение размеров кристаллического зерна материала в 10 раз приводит к увеличению прочности материала примерно в 3 раза, а при дальнейшем уменьшении возникает эффект сверхпластичности. Многие нанокристаллические вещества обладают особыми характеристиками (повышенной прочностью, легкостью, странной окраской). Уже обнаружено, что многослойные нанопокрывтия (толщиной в несколько нанометров) обладают очень высокой коррозионной стойкостью и твердостью, а многослойные нанопленки сложного вида имеют неожиданные магнитные свойства.

Важным научным достижением, способствовавшим росту энтузиазма в связи с нанотехнологией, было открытие «бакиболов» (шарообразных структур), или «бакминстерфуллеренов» – молекул в форме футбольного мяча, состоящих из 60 атомов углерода, расположенных в форме чередующихся пяти- и шестиугольников. Шарообразные (C_{60}) или квазисферичные углеродные структуры (C_{70} и их производные с замещенными атомами) известны под общим названием фуллерены. Термины «бакибол» и «фуллерен» происходят от имени известного архитектора Ричарда Букминстера Фуллера, сконструировавшего оригинальный купол павильона США на выставке в Монреале в форме сочлененных пентагонов (пятиугольники) и гексагонов.

Ранее считалось, что углерод имеет лишь две кристаллические формы (алмаз и графит), однако в 1985 г. была экспериментально при исследовании масс-спектров паров графита обнаружена третья форма – фуллерены – огромные молекулы углерода в виде замкнутых объемных структур, напоминающих по форме футбольный мяч. Размер

молекулы самого известного фуллерена C_{60} – 1 нм, а сама молекула состоит из 60 связанных ковалентными взаимодействиями атомов углерода, образующих полую структуру.

С химической точки зрения фуллерен представляет собой аллотропную модификацию углерода, уникальную своей молекулярной структурой – практически идеальные шарики удерживаются очень слабыми вандер-ваальсовыми силами. Очень необычна история открытия фуллеренов, которые сначала были предсказаны теоретически и лишь через 20 лет обнаружены экспериментально, вызвав «фуллереновый бум» в научном мире (1996 г. – Нобелевская премия по химии за изучение молекул C_{60} Р. Е. Смолли, Р. Ф. Керл, Г. Крото).

В 1991 г. была открыта еще одна разновидность фуллеренов – нанотрубки, они образованы из таких же кристаллических структур, но собранных в другую форму. Углеродные нанотрубки представляют собой однослойные и многослойные структуры, крошечные цилиндры или цилиндрические образования диаметром от 0,5 до 10 нм и длиной примерно в 1 мкм. Углеродные нанотрубки похожи на свернутые в рулоны «листы» (представьте себе побег бамбука), образованные из шестигранных структур или колец (типа пчелиных сот из атомов углерода). Однослойные нанотрубки менее стабильные конструкции, чем шарообразные фуллерены, однако они, наиболее прочные и гибкие из всех известных материалов, имеют очень высокую электропроводимость и теплопроводность. Эти свойства стали поводом для появления множества прогнозов относительно возможных сфер их применения: для технического использования в полупроводниковой технике (в углеродные нанотрубки можно вводить разные вещества, что создает условия для их использования в электронной технике); для аккумуляции (поглощения и хранения) водорода, для создания разнообразных водородосодержащих устройств (от двигателей на водородном топливе до новых типов батарей). Существуют и фантастические проекты использования нанотрубок – создание космического «лифта» – длинного тонкого кабеля из нанотрубок, который будет поднимать космические корабли в космос.

Исследования в области нанотрубок ведутся весьма интенсивно, их распространение или использование в настоящее время ограничено сложностью их получения в больших количествах.

Открытие фуллеренов и нанотрубок в первую очередь было важным для физиков и химиков, а вот инженеров-электротехников в большей степени интересовали возможности миниатюризации электронных устройств и их компонентов. В ходе уменьшения размеров транзисторов инженеры столкнулись с «новыми свойствами», которые присущи наноматериалам. Возможно, самым маленьким из разработанных до настоящего времени приборов, которые более быстры и потребляют меньше энергии, является «квантовый точечный прибор», или «квантовая точка».

Квантовая точка – новое понятие современной науки, означающее искусственно созданную область вещества, в которой можно «хранить» небольшие количества

электронов. Такие приборы стали исследоваться с начала 1990-х гг.

Чтобы разобраться в том, что такое квантовая точка и понять ее электронное строение, представьте себе арену цирка. Поведение людей в цирке похоже на поведение электронов квантовой точки. Во время представления цирковые артисты перемещаются по арене, но не поднимаются на места для зрителей, а сами зрители не спускаются на сцену. Арена – это нижние, заполненные уровни квантовой точки, а зрительские ряды – электронные уровни проводимости. Зритель может находиться в любом ряду арены, точно так же и электрон способен занять любой энергетический уровень квантовой точки, но не может располагаться между ними. Приобретая билет, зрители стремятся получить лучшие места, как можно ближе к арене. Перед началом представления зрители рассаживаются, все нижние ряды оказываются заполненными, так же как в стационарном состоянии квантовой точки, обладающем наименьшей энергией, нижние электронные уровни полностью заняты электронами. Однако в течение представления кто-то из зрителей может покинуть свое место (мешают запахи животных с арены, не нравится сосед или существует еще какая-то причина) и пересестись на свободный верхний ряд. Вот так и в квантовой точке электрон под влиянием внешнего воздействия может переходить на более высокий, не занятый другими электронами энергетический уровень, приводя к образованию возбужденного состояния квантовой точки. То пустое место на энергетическом уровне, где раньше был электрон, можно назвать «дыркой». Посредством зарядовых взаимодействий иногда электрон остается с ней связан и в любой момент может перейти обратно, так же как пересевший зритель может передумать и вернуться обратно на обозначенное в билете место. Пару электрон – дырка называют экситоном (от англ. excited – возбужденный). Миграция между энергетическими уровнями квантовой точки (аналогично подъему или спуску одного из зрителей) сопровождается изменением энергии электрона, что соответствует поглощению или излучению кванта света (фотона) при переходе электрона соответственно на более высокий или низкий уровень. Описанное выше поведение электронов в квантовой точке приводит к нехарактерному для макрообъектов дискретному энергетическому спектру, за который квантовые точки иногда называют искусственными атомами.

Энергия связи дырки и электрона определяет радиус экситона, который является характерной величиной для каждого вещества. Если размер квантовой точки меньше радиуса экситона, то экситон оказывается ограничен в пространстве ее размерами, а соответствующая энергия связи значительно изменяется по сравнению с объемным веществом. Если энергия экситона изменяется, то, следовательно, меняется и энергия фотона, излучаемого системой при переходе возбужденного электрона на свое исходное место.

Напомню, что механизм действия большинства полупроводниковых устройств основан на регулировании потока электронов (всем знакомые процессы типа «включено – выключено» (on-off)). Такие устройства в настоящее время имеют размер в несколько микрометров и управляют движением потока от сотен тысяч до 1 млн электронов. В отличие от этих устройств, квантовые точки управляют движением лишь

небольшого числа электронов (вплоть до управления одиночными электронами), их можно назвать малоэлектронными (одноэлектронными) транзисторами. Квантовые точки могут образовываться в процессе самосборки. Если на кристаллическую поверхность кремния нанести небольшое число атомов другого вещества (например, атомов германия), то через некоторое время можно наблюдать, как эти «чужеродные атомы» собираются в некоторые структуры («островки») размером в несколько десятых нанометров. Структуры такого типа и являются квантовыми точками, то есть локальными образованиями (размером в несколько десятков нанометров), представляющими собой ловушки для электронов.

Преимущества таких устройств очевидны. Особенность квантовых точек открывает перед учеными и инженерами новые возможности для миниатюризации полупроводниковых устройств и снижения их энергопотребления. Использование квантовых точек позволяет создавать приборы и устройства принципиально новых типов. Нанотехнологии позволяют производить транзисторы, электрический ток в которых соответствует движению очень небольшого числа электронов (от десятков до нескольких тысяч), в результате чего переключения типа «включено – выключено» (on-off) станут возможными за счет поведения отдельных электронов. Практически это будет означать возможность уменьшения размеров электрических цепей до предельно малых размеров, а также использование в их работе новых принципов (физических закономерностей микромира, то есть квантовой механики). В 1993 г. было создано первое в мире электронное запоминающее устройство, работающее при комнатных температурах. В 1998 г. было изготовлено устройство, потребляющее при работе в 100 раз меньше электроэнергии, чем существующие.

Долгое время плотность записи на драйверах жестких дисков возрастает почти с постоянной скоростью 80–100% в год. Однако существуют некоторые принципиальные ограничения такого непрерывного увеличения. На магнитной пленке запись одного бита информации связана с использованием одного магнитного домена, размеры и форма которого меняются в широких пределах. Поэтому магнитная дорожка записи информации, определяемая границами доменов, представляет собой ломаную, зигзагообразную линию, что при воспроизведении записи является постоянным источником шума. Повышение плотности записи требует, с одной стороны, уменьшения размеров доменов на поверхности магнитной пленки, а с другой – создания более гладких, прямолинейных границ между магнитными доменами. Простое уменьшение размеров магнитных доменов приведет лишь к усилению роли тепловых флуктуаций, в результате чего магнитная запись станет еще менее надежной для воспроизведения. Это ограничение можно преодолеть за счет использования новых сред для записи информации и создания информационных массивов записи из более мелких магнитных доменов, то есть за счет новых методов структурирования записывающей среды. Одним из путей решения является создание запоминающих пленок с магнитными доменами одинаковых размеров и формы, что позволило бы в принципе создать запись, в которой одному биту [\[118\]](#) информации будет соответствовать один магнитный домен.

Плотность записи можно повысить за счет использования кристаллов одинакового размера в качестве доменов, при этом намагничивание (запись информации) каждого кристалла осуществляется раздельно, периодичность решетки может достигать 150 нм, диаметр каждого домена 80 нм, высота – 40 нм. Такие достижения носят принципиальный характер и открывают путь к крупномасштабному производству дешевых средств магнитной записи с высокой плотностью, хотя задача еще требует разрешения ряда проблем (разработка считывающей головки для воспроизведения записи). Если размер кристаллов снизить до 10 нм, то плотность записи можно довести до 1 терабит/кв. дюйм.

С другой стороны, в оптических записывающих устройствах при высокой плотности записи информации (порядка десятков гигабит/кв. дюйм) считывание информации становится невозможным. Существующая техника записи лазерным лучом позволяет доводить плотность до 40 гигабит/кв. дюйм, однако ее применение связано с дополнительными сложностями и ограничениями. В последние годы появились возможности преодолеть эти трудности – возникли методы записи информации, основанные на оптическом излучении ближнего поля. Плотность записи растет из-за уменьшения длины используемого излучения, однако интенсивность резко падает при удалении от поверхности.

Основным элементом записывающей системы является сужающееся (заостренное) оптическое волокно, в острие которого проделано крошечное отверстие диаметром в несколько десятков нанометров (что значительно меньше длины световой волны, используемой для облучения). Наконечник такого оптического волокна движется над плоскостью записывающего диска на расстоянии всего 10–20 нм. При освещении поверхности лазерным лучом через отверстие в обратном направлении «просачивается» излучение ближнего поля. Действие светового пятна на материал поверхности приводит к записи информации, то есть к физико-химическим процессам в записывающей среде, которые соответствуют, например, 1 биту информации (в качестве процессов записи могут быть использованы фазовые изменения, локальные изменения направления намагниченности, изменения коэффициента преломления среды и т. п.). При считывании поверхность должна облучаться волнами (длина которых соответствует излучению ближнего поля), которые после обычного процесса дифракции будут регистрироваться собирающими линзами и фотоумножителями. Практически процесс считывания совпадает со сканированием поверхности оптическими микроскопами ближнего поля.

Излучение ближнего поля, поступающее через крошечное входное отверстие на острие волокна, имеет ничтожную интенсивность (из-за малого коэффициента пропускания), и его крайне сложно зарегистрировать, поэтому почти все проблемы повышения скорости записи и считывания информации в устройствах такого типа сводятся к технологическим задачам создания сверхтонких оптических волокон со сверхмалыми отверстиями на заостренных торцах.

Интерес к применению наносистем в биологии и медицине весьма велик и

объясняется несколькими причинами. Во-первых, малые размеры наносистем позволяют беспрепятственно перемещаться внутри живых организмов и проникать внутрь клеток. Во-вторых, наносистема позволяет закреплять молекулы различных лекарственных веществ, создавая своеобразные нанокомпозиты – «наночастица/биологически активная оболочка». Такие композиты можно направленно концентрировать в требуемом месте организма, повышая локальную дозу препарата в тысячи раз, и за счет этого добиваться селективного воздействия препарата на конкретный тип клеток. Идея «адресной» доставки лекарств в организме, при которой препараты переносятся в нужные органы или ткани при помощи наноконтейнеров, напоминает сюжет сказки «Маша и медведь», в которой девочка в берестяном коробе на плечах медведя добралась до бабушки и дедушки. В организме инородные тела «изолируют», их заключают в нанокапсулы. Оболочки природных наноконтейнеров состоят из липидных слоев и сходны со стенкой клеточной мембраны. Такой состав стенок дает возможность легко осуществлять транспорт веществ в капсулу и обратно. Размер природных наноконтейнеров от 25 нм до нескольких микрометров позволяет им легко проходить сквозь клеточные мембраны, перенося в них свое содержимое. Понаблюдав за природой, человек заимствовал идею транспортировки веществ в наноконтейнерах. Современная наука добавила к набору природных капсул искусственно созданные человеком из полимеров и молекул РНК, а также неорганические капсулы из диоксида кремния, диоксида титана и другие. Природные и искусственно синтезированные наноконтейнеры оказались отличными кандидатами для перемещения в организме медикаментов, позволяя увеличить их растворимость, понизить токсичность и эффективную дозу, а также ферментов и фрагментов ДНК; для создания биосенсоров, способных отображать состояние отдельной клетки; для детоксикации клеток и удаления из них вредных веществ. Так, например, нанокапсулы, состоящие из трех цепей РНК, соединенных друг с другом в структуру, напоминающую по форме треугольник, имеют подходящий размер, чтобы проникать внутрь клетки, а строение позволяет поместить внутрь молекулу РНК, отвечающую за остановку роста раковой клетки.

В медицине весьма актуальна задача создания «лабораторий на чипе». Химикам и медикам давно известны разнообразные вещества, ответственные за так называемое молекулярное распознавание. К ним относятся антитела, обладающие высокой специфичностью (т. е. избирательностью), что и позволяет им осуществлять свои функции в организме. Сложность создания биодатчиков с молекулярной избирательностью по отношению к конкретным белковым соединениям связана со сложностью обеспечения длительного и надежного функционирования. Биодатчики достаточно быстро теряют способность к молекулярному распознаванию, необходимо научиться синтезировать молекулы, надолго сохраняющие заданные избирательность и химическое сродство. Для решения этой проблемы ведутся исследования возможностей присоединения молекул и антител к поверхности различных полимерных материалов.

Такие устройства можно изготавливать в виде различных информационных терминалов, например в виде серьги, вдеваемой в ухо пациенту. Следующим этапом станет создание микроустройств, которые не только будут отслеживать состояние, но и

в случае острой необходимости (например, при резком ухудшении состояния здоровья) автоматически выполнять некоторые требуемые действия (смогут обратиться к врачу, ввести по ранее полученным рекомендациям требуемые лекарственные препараты и проч.). В настоящее время ученые заняты проблемой имплантации, или вживления, биодатчиков в организм человека для непрерывного контроля состава и состояния тканей организма (например, для контроля уровня инсулина в крови).

Одной из основных задач современной медицины является борьба с раковыми заболеваниями. Исследования в этой области, естественно, требуют в первую очередь изучения и понимания механизмов биохимических процессов на уровне генов и белковых молекул, вследствие чего биодатчики должны оказаться чрезвычайно эффективным инструментом исследования и лечения. Применение вводимых в организм даже простейших биодатчиков (в сочетании с веществами, способными к молекулярному распознаванию) могло бы, например, способствовать диагностике раковых заболеваний на самой ранней стадии развития, что играет огромную роль в лечебном процессе.

При онкологическом заболевании современными методами можно точно определить локализацию дефектов, пометив конкретную молекулу магнитным полем, а затем именно эту молекулу нагреть и уничтожить без разрушения клетки. В лабораториях и исследовательских центрах для этих целей используют «золотые наноболочки» и обычный видимый свет. «Наноболочки» – это мельчайшие частицы стекла, покрытые золотом различной толщины. Оптические свойства золота могут изменяться в зависимости от толщины оболочки так, что поглощается свет только определенной длины волны, а некоторая часть светового спектра отражается. Ученые наносят на эти оболочки антитела, специфичные для раковых клеток, при введении в тело эти оболочки прикрепляются к раковым клеткам и не прикрепляются к здоровым. Если через тело пропускается свет определенной длины волны (например, ультрафиолетовый от маломощного лазера), то золотые наноболочки нагреваются до температур, при которых раковые клетки вокруг оболочек погибают.

В настоящее время большой интерес вызывают медицинские исследования в области омолаживания организма и его регенерации. В частности, особое внимание уделяется так называемым эмбриональным стволовым клеткам (ESC, embryonic stem cells), которые способны в развитии превратиться в клетки различных органов организма (в клетки нервной системы, сердечной мышцы и т. п.). Процессы превращения связаны с механизмами самосборки клеточных структур. Использование стволовых клеток не только позволяет восстанавливать поврежденные органы, но и создает совершенно новые возможности для медицины в целом.

Замена органов и «ремонт» организма человека (именно это подразумевает термин «восстановительная медицина») являются сейчас важнейшими направлениями развития медицины. Использование нанотехнологий открывает огромные перспективы создания биосовместимых имплантатов. Например, использование нанопористого полимера при изготовлении искусственного сердечного клапана позволяет добиться 3–

4-кратного ускорения адаптации организма к инородному телу, а нанотекстурирование поверхности аортного катетера позволяет снизить вероятность его отторжения на 80%. Если провести поверхностное модифицирование биоматериалов небольшим количеством антисептика в нанокристаллическом состоянии, то это может предотвратить воспалительные процессы после имплантации.

Известно, что многие опасные болезни (в том числе рак, сахарный диабет и т. д.) обусловлены генетическими факторами. Сейчас уже очевидно, что в достаточно короткое время будут созданы и усовершенствованы так называемые ДНК-чипы, позволяющие легко осуществлять анализ генетической информации, присущей отдельному человеку, и проводить лечебный курс, соответствующий генетическому типу конкретного пациента. Завершение проекта «Геном человека» сделало принципиально возможным «считывание» генетической информации отдельного человека, что сразу позволяет поставить задачу создания «индивидуальных» лекарственных препаратов. Анализ генетической информации позволяет говорить и о возможности создания препаратов с «узконаправленным», точечным эффектом. В результате возникает медицина, основанная на индивидуальном (в буквальном смысле этого слова) подходе к пациенту.

В природе существуют естественные наномашины – биологические молекулярные моторы, превращающие химическую энергию в механическую работу. КПД таких моторов приближается к 100%. Размер таких биороботов от нескольких нанометров до нескольких микрон. Это ферменты и катализаторы, такие, как кинезин, миозин, АТФ (аденозинтрифосфат)-синтетаза и проч. Одним из представителей молекулярных моторов является АТФ (аденозинтрифосфат)-синтетаза – белок, предназначенный для синтеза или гидролиза молекул АТФ, а также для переноса протонов (H^+) через мембрану клетки, чем обеспечивается стабильный внутриклеточный рН цитоплазмы. Он преобразует потенциальную энергию, обусловленную протонным градиентом, в химическую энергию. За выявление механизма его функционирования в 1997 г. была вручена Нобелевская премия (Е. Скоу, П. Бойер, Дж. Уолкер).

На базе этого открытия оживились дискуссии о перспективах создания нанороботов. Автором термина «робот» является чешский драматург К. Чапек, который в 1920 г. назвал этим словом придуманное им человекоподобное существо (робот – немного измененное чешское *robota*, которое переводится как принудительный труд). Впервые понятие «наноробот» использовано уже упоминавшимся Э. Декслером. На сегодняшний день существует несколько прототипов нанороботов – устройств размером в десятки нанометров, которые могут самостоятельно манипулировать частицами атомных и молекулярных размеров. Предложены или разработаны навигационные системы (для определения местонахождения и маршрута передвижения); наносенсоры (для мониторинга окружающей среды, участия в навигации и коммуникации при работе с отдельными молекулами); наноманипуляторы (для выполнения непосредственных действий с объектом); устройства приема и передачи информации.

Прогресс в области нанотехнологии может предложить новые возможности решения

экологических проблем. Одной из таких проблем выступает длительный рост средней температуры атмосферы планеты, причем этот рост приобрел особенно устойчивый характер в 80-е гг. XX в. Ученые уверены, что основной причиной такого повышения является все возрастающее количество сжигаемого топлива (каменного угля, нефти и т. п.), продукты горения которых и их взаимодействие с солнечным излучением являются основными факторами роста температуры атмосферы. Снижение уровня потребления так называемого ископаемого топлива (нефти и угля) должно уменьшить и объем выбрасываемой в атмосферу окиси углерода и других продуктов горения. Поиск альтернативных источников энергии и разработка эффективных методов сохранения и передачи энергии (например, создание солнечных батарей и топливных элементов нового типа) стали важной научно-технической задачей. Отсутствие загрязнений окружающей среды в сочетании с повышенной эффективностью, надежностью, безопасностью, малыми размерами – вот характеристики нового поколения наноэнергетики.

Например, в нанобатареях для создания электродов используется наноструктурированный материал. В этом случае в значительной степени увеличивается площадь удельной поверхности материала электродов, то есть площадь контакта между электродами и электролитом, в результате чего возрастают скорости разряда и заряда. Увеличение удельной площади поверхности частиц электродов приводит также к тому, что возрастает удельный вклад механизма сохранения заряда на поверхности, а это увеличивает емкость электрода. Кроме того, за счет малого размера частиц материала электродов сокращаются расстояния, преодолеваемые ионами в процессе диффузии в глубь материала. В результате увеличивается количество энергии, которое можно сохранить в данной массе материала.

Разрушение озонового слоя ученые связывают с воздействием многих химических реагентов, используемых в быту и промышленности, в частности фреонов (аэрозоли, хладагенты, установки кондиционирования воздуха и пр.). В настоящее время ведется активный поиск веществ, которые могли бы заменить фреоны в различных применениях. Нанотехнологии дают эффективные решения этой задачи.

Еще одной экологической проблемой являются выбросы диоксина, который, как и фреоны, не существует в природе, а появляется в результате сжигания хлорсодержащих отходов и пластиков (типа поливинилхлорида, уретана и т. д.) в мусоросжигающих установках. Образовавшийся диоксин легко поступает в атмосферу, почву или водные бассейны, становясь источником активного загрязнения среды. Он обладает способностью накапливаться в жировых тканях организмов, легко концентрируется в пищевых продуктах, в организме плохо перерабатывается. Это одно из самых опасных в экологическом отношении веществ. Пока единственным средством борьбы с ним является разработка более высокотемпературных способов сжигания отходов; нанотехнология же позволяет создавать не только вещества, способные заменить опасные хлорсодержащие материалы, но и биодатчики, позволяющие измерять и контролировать уровень загрязнений.

Нанотехнология охватывает обширную область научных и технических интересов, относящихся к информатике, экологии, энергетике, материаловедению и т. д. Она связана с химией, физикой, медициной, физическим материаловедением, электроникой и многими другими дисциплинами. Однако успешное практическое решение прикладных задач тесно связано с рассмотрением вопроса нанотоксичности и воздействия на человека и окружающую среду нанообъектов. Это не только этическая и политическая проблема применения научных результатов, это весьма актуальный вопрос безопасности.

Выделяют три главных направления вредного воздействия наночастиц на здоровье человека. Токсичным может быть основное вещество наночастицы. Например, в наночастицах селенида кадмия (CdSe) именно Cd^{+2} , ядовитость которого велика как в нано-, так и в макросостоянии, обладает токсическим действием. Кроме этого некоторые попавшие в организм наночастицы могут выступить в роли катализатора образования токсичных веществ. Так ведут себя наночастицы оксидов титана (TiO_2) и цинка (ZnO), катализируя фотоокисление, вирусы, наночастицы оксидов железа и некоторых других металлов, вызывающие металлическую (в частности, цинковую) лихорадку. Токсичным может быть непосредственно наносостояние вещества. Например, химически инертный и безопасный полимер фторопласт, широко используемый для изготовления посуды, будучи распыленным в воздухе в виде наночастиц диаметром 26 нм в ничтожной концентрации (60 мкг/м^3), способен убить крысу за 30 мин, вызывая кровоизлияние в легких. Всем известен диоксид кремния (SiO_2) – обычный песок, который покрывает пляжи и находится в детских песочницах. Вдыхание аэрозолей диоксида кремния вызывает силикоз – хроническое разрушение легких.

Способность безвредных веществ при сильном измельчении становиться опасными была известна задолго до развития нанотехнологии. Например, общеизвестно канцерогенное воздействие асбестовой пыли. Характерная особенность наночастиц – способность проникать через защитные системы организма, именно так (через внутрилегочное пространство, а затем в кровоток) проникает в организм вирус гриппа, являющийся природной наночастицей. Вдыхание наночастиц углерода, образующихся при неполном сгорании органического топлива в двигателях автомобиля, на электростанциях и в процессе курения, вызывает рефлекторное сужение бронхиол и альвеол, снижает количество кислорода в крови. Этот класс наночастиц достаточно хорошо изучен. Такие же образующиеся естественным путем наночастицы можно обнаружить в океанском соляном тумане или при лесных пожарах.

Специфика наночастиц состоит в большей роли поверхности, химия которой (оборванные связи [\[119\]](#), адсорбированные поверхности) радикально отличается от химии объемного материала – для одного и того же вещества мелкие наночастицы токсичнее крупных. Проникнув в клетку, они способны прилипать к различным органеллам и деформировать ДНК, вызывая структурные разрушения и мутации.

Определенное значение в нанотоксичности имеет форма наночастиц. Анизотропные наночастицы (например, волокна асбеста) ассоциируются с увеличением риска фиброза и рака легких. Аэрозоль углеродных нанотрубок приводит к прорастанию волокон и утолщению соединительной ткани в легких мышей. А попадая в эпидермис, нанотрубки вызывают выделение клетками кожи цитокина, являющегося модулятором воспалительных процессов.

Большинство корпораций решают проблему риска по принципу «управления рисками». Наиболее острым вопросом является не определение конкретной токсичности наночастиц, а разработка новых и исполнение старых правил, регламентирующих развитие отраслей, выпускающих новые материалы. В Европейском союзе и США сложились регламентирующие системы, в рамках которых возможна оценка рисков, связанных с развитием нанотехнологии. Например, Королевское общество Соединенного Королевства опубликовало доклад, в котором было рекомендовано установить срок от 2 до 5 лет, в течение которого корпорации и университеты должны обеспечить изучение токсичности в целях управления инженерными процессами.

Важный вопрос для производства любого нового продукта – это информированность потребителей и степень доверия к сообщаемой о нем информации. Ярким примером может служить уже рассмотренный пример с распространением ГМ-продуктов, когда одобрение со стороны общественности и маркировка продукта оказались весьма значимы.

Счет ежегодных вложений в нано правительств, корпораций и частных предпринимателей в мире идет на миллиарды долларов. По прогнозу Национального фонда науки США, к 2015 г. годовой оборот рынка нанотехнологий достигнет триллиона долларов [\[120\]](#). Государства Европейского союза ежегодно инвестируют в нано около 1 млрд евро, США – около 800 млн долларов, Япония – 250, Китай – 100 млн долларов.

В рамках российской Федеральной программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ на 2008–2010 гг.» предполагается потратить 27 733 млн руб. Эти средства направляются на техническое перевооружение НИИ и вузов и проектно-исследовательские работы.

Исследования в области нанотехнологии ведутся по всему миру, однако уровни финансирования, возможности научно-технической инфраструктуры и сотрудничество между исследователями существенно различаются для развитых и развивающихся стран. Нанотехнология имеет шансы стать международным проектом нового типа, требующим интеграции и рождающим столкновение национальных интересов в гораздо большей степени, чем это имело место в прошлом, например при развитии биотехнологических исследований в конце XX в. Неравенство между странами не единственная проблема, сопровождающая развитие нанотехнологии. Аналогичная проблема возникает и внутри стран: между специалистами и элитой, с одной стороны, и

более бедными и менее образованными членами общества – с другой.

Весьма остро стоит проблема распределения ограниченных ресурсов между научными проектами. Некоторые исследователи считают [\[121\]](#), что есть ряд направлений исследований, которые могли бы принести большую пользу развивающимся странам (хранение энергии, обработка воды, диагностика и лечение заболеваний). ЮНЕСКО исходит из установки на то, что все страны, включая и те, которые не осуществляют активных исследований в нанотехнологии, должны проявлять интерес к определению предполагаемых результатов и принципов проведения таких исследований. При отсутствии единства концепция нанотехнологии определяется отдельными корпорациями и странами, преследующими локальные интересы. Граждане всех стран заинтересованы в понимании сущности и перспектив нанотехнологии.

Развитие нанотехнологии осложнено отсутствием согласия по вопросу о том, как следует рассматривать наночастицы и наноматериалы при регулировании их производства и маркировке: как нечто абсолютно новое или как разновидность ранее существующего. Без этого на законодательном уровне неясно, что делать: создавать новые системы регламентации или совершенствовать ранее разработанные. Если известные ранее материалы в наномасштабе ведут себя иначе, возможно, что существующие системы оценки рисков не справятся с потенциально новыми опасностями.

Существуют вопросы, выходящие за пределы узкотехнических аспектов оценки безопасности, это политические и этические аспекты проблем интеллектуальной собственности, конфиденциальности и легитимности научных результатов. В нанотехнологии еще в большей степени, чем в биотехнологии и генной инженерии, проявляется утрата современной наукой статуса «чистого знания», этической нейтральности.

Социальная значимость фундаментальных научных исследований в нанотехнологии не позволяет ученым самим определять направления научного поиска. Внешние факторы развития науки (коммерческие, политические, социальные) в нанотехнологии играют ключевую роль. Стимулом для новейших разработок служат не столько ценности беспристрастности научного поиска и его бескорыстности, сколько цели правительств, коммерческих организаций и даже террористических групп. В настоящее время перспективы взаимодействия в нанотехнологии внутринаучных и внешних по отношению к науке факторов не определены. Например, стремление государств ограничить свободное распространение информации о результатах, усиление тенденций к патентованию всех результатов исследований, финансируемых за государственный счет, способствуют появлению новых требований к нормам научной работы. Представление о научной информации как объекте охраны способно изменить направленность научных разработок. Например, заинтересованность инвесторов научных проектов в закреплении лидерских результатов через систему патентования может способствовать развитию исследований в направлении получения таких результатов, которые поддаются патентованию. И наоборот, это же желание способно

затормозить такие исследования, которые направлены на повторную оценку найденного или представляют собой широкие эксперименты, результаты которых носят фундаментальный характер.

Нанотехнология становится для мировой общественности поводом для поиска новых механизмов достижения баланса между независимым развитием науки и контролем за ней со стороны человека, общества и государства. Дальнейшее ее развитие потребует более тесного согласования позиций самых различных социальных слоев и групп – правительств, коммерческих организаций, групп активистов. Принципиальный вопрос, который не имеет ответа сегодня, – это статус нанотехнологии. (Будет ли она развиваться, подобно традиционным, привычным для нас сферам знания, или под давлением новых политических, социальных и правовых требований наука в виде нанонауки и нанотехнологии обретет совершенно незнакомые характеристики?)

Термин «нанотехнология» в настоящее время еще очень расплывчат и его трудно определить, оперируя привычными нам понятиями. «Ядро» нанотехнологии представляет собой сложное «переплетение» или пересечение взаимосвязанных представлений и функций различных дисциплин. Нанотехнология выступает связующим звеном, объединяющим подходы и методики разных дисциплин. С этим обстоятельством, кстати, и связана основная трудность в развитии и практическом внедрении нанотехнологий – необходимость постоянного сотрудничества и согласования как между учеными разных специальностей, так и между организациями из разных ведомств.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Когда стали развиваться нанотехнология и нанонаука?
2. Укажите, какие специфические характеристики современного этапа развития науки проявляются при формировании нанотехнологии.
3. Перечислите сферы применения нанотехнологии. Развитие каких направлений, по вашему мнению, рождает наиболее острые этические проблемы?
4. Укажите черты отличия технологического подхода «снизу-вверх». В чем его преимущества в сравнении с подходом «сверху-вниз»?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Большое число (от 32 до 90) атомов углерода содержат: А) кластеры; Б) эксимерные молекулы; В) фуллерены; Г) нанотрубки.
2. Название нового направления синтеза науки и технологии «нанотехнология» возникло в результате добавления к понятию «технология» приставки «нано», которая в переводе с древнегреческого означает: А) карлик; Б) гигант; В) маленький; Г)

крошечный.

3. Приставка «нано» указывает на изменение масштаба в: А) 10^{10} раз; Б) 10^{-9} раз; В) 10^{-2} раз; Г) 10^{-100} раз.

4. Укажите свойства, которыми характеризуются наноматериалы, обуславливающие их преимущества по сравнению с другими материалами, находящими практическое применение в деятельности человека: А) суперминиатюризация; Б) большая удельная площадь поверхности; В) проявление квантовомеханических эффектов при доминирующей роли поверхностей; Г) отсутствие структурных дефектов; Д) абсолютная безопасность для человека.

5. Как называют устройства размером в десятки нанометров, которые могут самостоятельно манипулировать частицами атомных и молекулярных размеров: А) кластеры; Б) квантовые точки; В) фуллерены; Г) нанотрубки; Д) нанороботы.

ГЛАВА 14.

Ценность человеческой жизни и современные биоэтические проблемы

Специфика современного научного знания, как уже было отмечено, связана с активным обсуждением проблем внешнего по отношению к науке регулирования процессов получения и практического применения научного знания. Речь идет в первую очередь об этическом и правовом регулировании. Особенно остро вопросы смысла и целей научной деятельности обсуждаются в связи с существенными изменениями представлений о человеке, границах его существования в свете новых научных данных.

Этика – философская наука, объектом которой является мораль как форма общественного сознания. Этика выясняет место морали в системе общественных отношений, анализирует ее природу и внутреннюю структуру, изучает происхождение и историческое развитие нравственности, теоретически обосновывает ту или иную систему морали.

Авторство термина «биоэтика» принадлежит американскому биохимику Вану Ренсселеру Поттеру. В 1971 г. в своей книге «Биоэтика: мост в будущее» Поттер определил эту дисциплину как «соединение системы биологического знания с познанием системы человеческих ценностей» и предложил рассматривать биоэтику как своеобразный вид знания, задача которого – указать, как именно следует использовать данные науки для достижения социальных благ. С его именем связывают взгляд на биоэтику как на науку о выживании. Введение термина «биоэтика» определяется необходимостью обозначить проблемы, порожденные техногенным миром, чреватые опасностью для человечества в целом и отдельного человека.

Возникновение биоэтических дискуссий нередко связывают с событием, произошедшим в конце 60-х гг. XX в. В одной из больниц Сиэтла (США) появился первый аппарат диализа «искусственная почка». При этом остро встала проблема выбора: кому из пациентов обеспечить первоочередной доступ к этому средству лечения? Врачи отказались принимать решение и предложили создать комиссию из уважаемых граждан для вынесения окончательного вердикта об очередности. Это событие фактически положило начало обсуждению этических принципов, регулирующих оказание медиками помощи, что фактически означало окончание традиции исключительной компетенции врачей в вопросах лечения пациентов.

Современная медицина обладает огромным арсеналом средств, которые могут быть использованы как во благо, так и во вред не только конкретному человеку, но и человеческому роду в целом. Новые возможности медицины связаны сегодня не только с лечением, но и с управлением человеческой жизнью. Врач располагает средствами, с помощью которых осуществляется значительный контроль над рождением детей, физической и психической целостностью человека, его поведением, границами жизни и смерти. Современные возможности медицины придали новый размах и старым

проблемам (например, проблема права выбора смерти неизлечимым, страдающим пациентом) и создали исторически беспрецедентные проблемы (например, несовпадение генетического и биологического материнства при суррогатном материнстве – ситуация, порожденная новыми технологиями репродукции человека).

Получение новых знаний и разработка новейших средств лечения и профилактики опираются на медико-биологические исследования. Расширение масштаба исследований как фундаментального, так и прикладного характера поставило перед обществом принципиально новую задачу – на постоянной основе контролировать исследовательскую деятельность в области биомедицины, поскольку эта деятельность имеет серьезную социальную и человеческую значимость, затрагивает основополагающие ценности общества. Научное сообщество оказалось перед необходимостью создавать такие механизмы взаимодействия с обществом, которые позволяли бы предотвращать неблагоприятные с социальной и человеческой точки зрения последствия научных решений и новых технологий.

Помимо технологического прогресса, за современный рост значимости биомедицинской этики ответственна медицинская практика, осложненная большим количеством институциональных связей. В прошлом медицина в большей степени ограничивалась рамками взаимоотношений отдельного врача и конкретного пациента. Сегодня предоставление медицинских услуг больницами и другими учреждениями обезличивает процесс оказания медицинской помощи. При нарастании специализации при оказании помощи, когда больного лечат несколько специалистов, каждый из которых не видит в пациенте целостную личность, остро встает проблема ответственности профессионала перед пациентом и обществом. Современная медицинская практика – это сложная, дифференцированная система, в которой медики и пациенты могут находиться в самых различных формах социальных взаимодействий. Каждая из этих форм отражает, во-первых, определенные традиции врачевания, существующие в обществе, во-вторых, специфику состояния, в котором находится пациент. Контакты врачей с пациентами относятся к числу упорядоченных, регулярных событий, поэтому стороны, часто даже не осознавая этого, ведут себя в ходе контакта так, «как положено», «как принято». Эти нормы, которых придерживается каждая из сторон в ходе регулярных взаимодействий, принято называть социальной ролью. Потому можно говорить о социальной роли врача и социальной роли пациента. Наличие этих норм и ролей организует действия сторон: каждая из них, вступая в контакт, более или менее отчетливо представляет себе, чего следует ожидать от другой стороны и, напротив, чего ожидает от нее другая сторона. Такая определенность взаимных ожиданий не только упорядочивает, но и существенно облегчает социальное взаимодействие. Биоэтика призвана описать и предложить такое понимание социальных ролей врача и пациента, которое было бы направлено на уважение права пациента, его представлений о благе, соответствовало бы современному уровню медицинской науки и практики, а также этическим принципам.

Значение медицины в современной жизни человека в литературе характеризуют термином «медиализация жизни человека». Речь идет о том, что, сталкиваясь с

трудностями или неожиданностями, люди склонны не столько искать выход самостоятельно, сколько обращаться за помощью именно к врачам или заниматься самолечением. Примером может служить ситуация с отношением к детям, выделяющимся повышенной возбудимостью, непослушанием, непоседливостью. До недавнего времени такое поведение не рассматривалось как патология, считалось, что для коррекции таких особенностей поведения требуются сугубо педагогические усилия. Но некоторое время назад в психиатрии появился специальный термин «синдром дефицита внимания и гиперактивности» (СДВиг). Проблема из педагогической перешла в статус медицинской. Хотя детские психиатры не достигли согласия по вопросу о симптомах данного расстройства, на рынке фармацевтических препаратов появилось средство для его лечения – риталин. Оказалось, что медицинский подход к проблеме устраивает многих субъектов педагогического процесса: и родителям, и учителям удобнее, когда дети ведут себя спокойно, психиатру важно, что его услуги оказались востребованными, фармацевтические компании оказались заинтересованы в производстве и сбыте риталина. Если гиперактивность воспринимается как болезнь, то требования к самому ребенку, к окружающим его взрослым снижаются, нет необходимости прилагать собственные усилия, достаточно, оказывается, прибегнуть к медикаментозной помощи. В этом случае, как и при старческой немощи, ограниченной памяти, отсутствии концентрации внимания, не удовлетворяющих интеллектуальных и физических признаках, люди воспринимают ситуацию как проблему, допускающую и даже требующую медицинских вмешательств.

Процесс коммерциализации науки в XX–XXI вв. затронул и медицину. Знание все более превращается в приносящий прибыль товар, достижения, открытия и изобретения ученых все более становятся объектом купли-продажи. Это особенно ярко проявляется в патентовании открываемых генетиками генов, стволовых клеток и т. д. Патент – это рыночная форма научного знания, товар, который предлагает наука. Неудивительно, что в организационной структуре научных лабораторий и институтов появляются рыночно ориентированные структуры – патентное бюро, группы маркетинга, отделы public relations и т. п.

Законы товарно-денежных отношений способствуют распространению особых нравственных отношений, специфика которых отражается понятием «прагматизм». Для него как социально-нравственного стереотипа поведения характерно понимание в качестве должного и правильного такого поведения, которое приводит в той или иной конкретной ситуации к наибольшей пользе не столько для других людей, сколько прежде всего для самого действующего лица. Законы рынка и финансовые механизмы получения прибыли позволяют удовлетворять интересы производителей и продавцов в буквальном смысле «за счет» интересов потребителей их услуг. В систему товарно-денежных отношений со свойственной им прагматической спецификой оказались включены фармацевтические производства и рынок лекарственных средств. Под непосредственным воздействием товарно-рыночных отношений из общественного сознания понятие «медицинская помощь» все более вытесняется понятием «медицинская услуга», которое отличается от первого тем, что содержит в себе ее конкретную стоимость и цену на рынке платных услуг населению.

При этом вопросы охраны здоровья в современных условиях выходят на приоритетное место в политической жизни. Одним из современных критериев оценки благополучия государства является его способность обеспечить охрану здоровья своим гражданам. Такие темы, как приоритетность ресурсов, выделяемых на здравоохранение, социальная справедливость в распределении медицинских благ, их доступность, уже становятся полем острых политических дискуссий. Принцип справедливости в здравоохранении сегодня непосредственно связан не только с правом человека на охрану здоровья, но и с тем, как обеспечивается это право, в какой мере обеспечивается социальная защита человека в данном обществе в области здравоохранения. Поэтому одним из импульсов становления и развития биоэтики является стремление защитить права человека в таких областях, как повседневная практика здравоохранения и биомедицинские исследования.

Специфика биоэтики состоит в том, что это учение о принципах и мотивах принятия человеком решений в ситуациях, когда сама наука оказывается не в состоянии дать оценку открытым фактам, складывающимся в результате применения новейших технологий обстоятельствам. Обсуждение выходит за пределы собственно науки, требует привлечения специалистов самых разных сфер для всестороннего рассмотрения юридических, моральных, социальных последствий принятого человеком решения. Биоэтика конкретно имеет дело с моральными принципами и решениями в контексте биологической и медицинской практики, политики и проведения исследований. Как правило, в биоэтике поднимаются вопросы моральности определенных практик (вопросы конфиденциальности, практики абортов, эвтаназии, вивисекции и т. д.). Моральность может определяться исходя из традиции, в том числе религиозной, норм, принятых в научном сообществе или в обществе в целом.

В литературе довольно широко распространена позиция сведения этической проблематики к правовой. Вера в относительность моральных ценностей формирует у многих людей убеждение, что можно говорить только о морали, выстроенной на праве. Сторонники такого сведения считают, что, только определив и закрепив в законах фундаментальные и неотъемлемые права человека, можно создать то, что будет рассматриваться как общечеловеческая мораль. Право трактуется как средство сохранения и фиксации ориентиров, которые представляют собой не обходимый «этический минимум». Однако во многих случаях право опаздывает по сравнению с темпами развития практик, нуждающихся в правовом регулировании. С другой стороны, право как открытая система развивается очень интенсивно, число нормативных актов непрерывно растет.

Изучение современного законодательства не может и не должно заменить собой изучение биоэтики. Несмотря на существующую взаимосвязь, право и этика – две самостоятельные области знания и практики. В свое время Владимир Соловьев, исследуя право и нравственность, в работе «Оправдание добра» пришел к выводу, что различие между ними сводится «к трем главным пунктам»: 1) «право есть низший предел, или определенный минимум, нравственности»; 2) право есть требование внешней реализации этого минимума, тогда как «интерес собственно нравственный

относится непосредственно не к внешней реализации добра, а к его внутреннему существованию в сердце человеческого»; 3) нравственное требование предполагает свободное или добровольное исполнение, правовое, напротив, «допускает пря мое или косвенное принуждение».

Изучение законодательства – это фиксация результата, ориентация на однозначно установленную норму. Биоэтика стремится к тому, чтобы в процессе дискуссий существующие законы получили бы оценку с точки зрения этического оправдания и были бы выявлены те сферы, где законодательное регулирование либо принципиально невозможно, либо еще не сложилось. Правовые и этические задачи в области биомедицины существенно отличаются. Так, одно дело решать вопрос о том, являются ли суициды в этическом отношении оправданными, а совсем другое – обсуждать приемлемость закона, санкционирующего такого рода поступки. Одно дело решать вопрос об оправданности жестокого отношения к животным вообще, другое дело принимать законы, разрешающие экспериментирование с животными, сопровождающееся страданиями животных и ведущее к их гибели. Оправдано ли со стороны общества принимать законы, которые принуждают личность подвергнуться поддерживающему жизнь медицинскому вмешательству против ее воли? Находит ли оправдание общество в принятии законов, которые разрешали бы другим помещать личность против ее воли в учреждения для психически больных?

Биоэтика – это дискуссии о том, какое этическое оправдание имеют законы, регламентирующие ситуации, порожденные познавательным отношением к миру. Биоэтика должна основываться не только на теории общей нормативной этики (что такое добро, что такое зло), но также и на теории социально-политической философии и философии права. Центральный теоретический вопрос в этих дисциплинах является оправданием закона, оправданием тех ограничений, которые закон накладывает на человека.

Биоэтика стремится регулировать отношение человека к жизни в системе других человеческих отношений – экономических, политических, производственных, интеллектуальных и проч. Она не только регламентирует саму человеческую деятельность, но и позволяет представить ее последствия для других областей человеческого бытия. Права и свободы личности признаются ценностями, охрана которых становится действительно значимой для правовой системы. Так, охраняется право индивида на отказ от определенной деятельности, не соответствующей внутренним убеждениям человека (например, право врача не производить аборт по религиозным соображениям). Охраняемые права и свободы одной личности не могут быть ограждены от возможных конфликтов с правами и свободами других людей. Например, возможен конфликт между правом пациента получить квалифицированную помощь опытного врача и нежеланием врача производить оттачивание навыков на лабораторных животных или трупах (если врач признает посмертное право человека на сохранение физической целостности его трупа); или конфликт между правом потребителя получить биобезопасное косметическое средство и отказом производителя от использования лабораторных животных для тестирования разрабатываемых средств.

Столкновения между правами и свободами людей (между личностью пациента и личностью врача, личностью экспериментатора и личностью испытуемого) не случайны. Они связаны с тем, что нормативные принципы и нравственные ценности не всегда совпадают, а иногда даже находятся в противоречии. Например, согласно статье 36 «Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан», «каждая женщина имеет право самостоятельно решать вопрос о материнстве». Эта норма вряд ли может быть согласована с пониманием деторождения как «дара Божьего» людьми, принимающими нравственные ценности иудаизма, христианства, ислама и других религий.

Примеров подобных конфликтов и несовпадений достаточно много. Конфликты «прав», «принципов», «ценностей» – реальность современного плюралистического общества. Врач-профессионал – не робот, механически и бездумно исполняющий законы. Биолог-экспериментатор – не робот, которого можно запрограммировать строго на определенные действия, подчиненные определенным правилам. Биоэтика выполняет социальную функцию профессиональной защиты личности врача и биолога, его права поступать не только по закону, но и по совести.

В современной биоэтике используется несколько этических критериев и правил, которые призваны регламентировать поведение людей при медико-биологических вмешательствах.

Прежде всего рассмотрим правило правдивости. Оно признается все большим числом врачей как условие отношений между врачом и пациентом. Это правило выражает ответственность врачей за то, чтобы установить с пациентом открытые и уважительные отношения. «Правда остается основным условием, при соблюдении которого моральный акт может считаться объективно позитивным, поэтому следует избегать лжи, часто возводимой в систематический принцип родственниками и медицинским персоналом... Литература подтверждает, что, когда больному в нужный момент открывают правду и он принимает ее, она оказывает положительное психологическое и духовное воздействие как на самого больного, так и на его близких» [\[122\]](#). Правило правдивости не означает бездумную передачу информации, оно требует от врача быть чувствительным к состоянию индивида, учесть индивидуальные особенности пациента, его пожелания по объему и форме передачи информации. Конечно, существует проблема, как научить врача тому, как говорить правду, как подготовить к ней больного, с тем, чтобы не причинить ему вреда. Бывают ситуации, когда сокрытие правды является предпочтительным моральным выбором. В некоторых клинических случаях состояние пациента бывает настолько тяжелым, что полное раскрытие всей информации может оказаться непосильным грузом. Например, человек, пребывающий в критическом состоянии после автокатастрофы, может спросить, выжили ли другие члены семьи. Временное сокрытие полноты информации о том, что кто-то умер или находится в таком же критическом состоянии, может быть использовано для того, чтобы уберечь пациента от психологической травмы.

Выполнение правила правдивости необходимо, когда помощь пациенту оказывается несколькими специалистами. Правило правдивости относится и к самому пациенту:

недопустимо сокрытие правды относительно самого заболевания, особенно если это заболевания, передаваемые половым путем.

Второе правило – правило информированного согласия – стало глобально и остро обсуждаться с 70-х гг. XX в. Право граждан на информацию о состоянии здоровья провозглашается в статье 31 «Основ законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан» (от 22 июля 1993 г.): «Каждый гражданин имеет право в доступной для него форме получить имеющуюся информацию о состоянии своего здоровья, включая сведения о результатах обследования, наличии заболевания, его диагнозе и прогнозе, методах лечения, связанном с ними риске, возможных вариантах медицинского вмешательства, их последствиях и результатах проведенного лечения». «...В случае неблагоприятного прогноза развития заболевания информация должна сообщаться в деликатной форме гражданину и членам его семьи, если гражданин не запретил сообщать им об этом и (или) не назначил лицо, которому должна быть передана такая информация». К сожалению, в Основах законодательства нет указаний о глубине, объеме, точности, доступности и деликатности информации с позиции врача и больного. Что значит информированность с юридической точки зрения? С юридических и моральных позиций понятие «деликатность» чрезвычайно размыто.

Оказание медицинской помощи без согласия граждан или их законных представителей, связанное с проведением противоэпидемических мероприятий, регламентируется санитарным законодательством. Освидетельствование и госпитализация лиц, страдающих психическими расстройствами, проводятся без их согласия и в порядке, устанавливаемом Законом РФ «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при ее оказании»: «В отношении лиц, совершивших общественно опасные деяния, могут быть применены меры принудительного медицинского характера на основании и в порядке, установленном законодательством РФ». Можно ли такую форму медицинской помощи считать правомочной не только с точки зрения закона, но и морали? Да. Такого характера медицинское вмешательство признается гуманным при лечении психических и инфекционных заболеваний. Такая моральная и юридическая установка изолирует больного, представляющего опасность для окружающих, и создает оптимальные условия для лечения самого пациента.

Казалось бы, сегодня человеку для принятия решений относительно медицинских проблем достаточно информации: масса литературы, специализированных изданий, сайтов в Интернете. В условиях доступности информации из разных источников роль врача состоит в том, чтобы помочь пациенту оценить найденную информацию, соотнести ее с полной картиной состояния здоровья данного пациента и спецификой его заболевания. Современный информационный взрыв вовсе не делает профессию врача излишней, он повышает роль таких качеств врача, как объективность и научная добросовестность в истолковании массивов противоречивой информации, доступной пациенту. Никакие этические и правовые требования к информированному согласию не будут эффективными без готовности врачей подвергать собственную деятельность постоянному критическому анализу и быть всегда открытым для восприятия конкретных нужд конкретных пациентов.

Правило конфиденциальности означает запрет на передачу медицинской информации третьим лицам без согласия пациента. Предоставление медицинской помощи всегда сопряжено с вторжением в частную жизнь, и врачебная тайна защищает социальный статус и экономические интересы пациента. Конфиденциальность медицинской информации охраняет право пациента на автономию, то есть на свободу распоряжаться своей собственной жизнью. Сохранение врачебной тайны способствует правдивости и откровенности во взаимоотношениях врача и пациента, защищает имидж самого врача и укрепляет доверие пациента к медицинским работникам.

Однако в случае, когда сокрытие информации приносит вред другим, обязательство конфиденциальности не может быть абсолютным. Врач должен хорошо представлять себе ситуации, когда сохранение врачебной тайны не является благом для пациента или представляет угрозу для окружающих. Например, в 1976 г. верховный суд Калифорнии признал психолога виновным в халатности, так как он не проинформировал подругу одного из пациентов о том, что он угрожал ее убить, и в итоге исполнил свою угрозу.

Таким образом, в биоэтике речь идет о несравненно более широкой и принципиально новой трактовке прав пациента – таких, как право на уважение автономии личности, право на получение информации о диагнозе и прогнозе собственного состояния, право участвовать в принятии решений о выборе методов лечения вплоть до отказа от лечения. Многие из этих прав предполагают и делают необходимым личный выбор и ответственное личное решение в ситуациях медицинских вмешательств в телесную и психическую целостность пациента, подчас личный выбор может касаться самой жизни индивида или его близких.

Выделим основные типы ситуаций, которые требуют от человека принимать решения относительно медико-биологических вмешательств в собственную жизнь или жизнь другого человека:

- проблемы «начала» человеческой жизни;
- проблемы смерти и умирания;
- проблемы вмешательства в физическую и психическую целостность человека;
- права личности и обязанности государства в вопросах охраны здоровья граждан.

Проблемы «начала» человеческой жизни и медицинских вмешательств в начало человеческой жизни сосредоточиваются вокруг следующих вопросов: статус эмбриона человека; правомочность манипуляций на половых клетках человека и на эмбрионе как с медицинскими, так и с исследовательскими целями; правомочность замораживания эмбрионов человека, сперматозоидов и их использования для реципиентов; этические и правовые аспекты донорства половых клеток; поведение (относительно доноров) реципиентов и рожденных с помощью репродуктивных технологий детей; правомочность использования технологий «суррогатного материнства»; выбор пола плода без медицинских показаний.

Ключевой вопрос для первой группы проблем биоэтики – вопрос о статусе эмбриона. Может ли эмбрион называться человеком? Какие наиважнейшие показатели характеризуют в нем «человечность»? Это ключевые вопросы многих медицинских, философских и правовых дискуссий, ответ на которые разбивает общество на два лагеря, в одном из них игнорируют право эмбриона называться человеком, в другом – отстаивают это право. Обе стороны приводят веские аргументы в свою защиту, в основе которых лежат разные мировоззренческие позиции.

Термин «эмбрион» обычно относят к человеческой оплодотворенной яйцеклетке с момента оплодотворения до 8 недель беременности, хотя это определение сейчас пересматривается. От принятия определенного варианта понимания статуса эмбриона, его закрепления в нормах права зависит разрешение или запрещение абортирования плода, отношение к новым технологиям репродукции человека.

Понятие «новые репродуктивные технологии» (НРТ) включает разные виды искусственного оплодотворения. Однако использование методов репродуктивной технологии и ее успехи воспринимаются неоднозначно как исследователями, так и общественностью. Настороженность связана с аргументами о недостаточной изученности отдаленных последствий применения *in vitro* оплодотворения. Именно эти новые технологии приводят к ранее невиданным прецедентам, требующим обсуждения. Под «суррогатным материнством» понимается добровольное вынашивание (как правило, за вознаграждение) женщинами плодов, полученных после оплодотворения донорских яйцеклеток донорскими сперматозоидами и перенесенных в матку реципиента, при искусственной инсеминации. Родившиеся дети передаются в семью доноров. К суррогатному материнству прибегают в тех случаях, когда женщина не способна к внутриутробному вынашиванию ребенка.

В дискуссиях обсуждаются такие последствия внедрения в жизнь новых репродуктивных технологий, как разрушение традиционных представлений о социальных родителях матери, отца, дочери и т. д.; коммерциализация деторождения, появление возможностей изменять и «улучшать» природу человека. Обсуждение использования методов репродуктивной технологии с целью решения проблем деторождения нуждается в широком привлечении разных специалистов: гинекологов, генетиков, эмбриологов, психиатров, этиков, юристов, социологов, теологов.

Вторая группа биоэтических проблем возникла в связи с тем, что успехи реаниматологии и анестезиологии открыли возможности поддерживать процессы дыхания и кровообращения, а также снабжать организм пищей и водой с помощью искусственных средств поддержания жизни, таких, скажем, как аппараты искусственного кровообращения и искусственной вентиляции легких (ИВЛ). В результате появилась возможность спасать жизни множества пациентов, которые прежде были обречены. Однако эти же научно-технические достижения привели к появлению трудностей морально-этического, а также юридического характера.

В последнее время все большую силу в общественном мнении приобретает тенденция, в соответствии с которой умирание рассматривается как естественная и

закономерная фаза человеческой жизни, имеющая самостоятельную ценность и значимость. Речь идет о том, чтобы пациенту была дана возможность и в эти месяцы и годы вести содержательную, наполненную жизнь, то есть речь не об одном лишь медикаментозном воздействии, но и о целом комплексе мер социальной и психологической поддержки. Сложившаяся система так называемой паллиативной помощи является условием реализации одного из фундаментальных прав пациента – права на достойное умирание, о чем, в частности, специально говорится в принятой ВМА Лиссабонской декларации прав пациента (1981 г.).

Развитие новых медицинских технологий, прежде всего жизнеподдерживающего лечения, наряду с утверждением в медицинской практике та кой ценности, как право пациента на автономный выбор, а так же появление общественных движений, отстаивающих «право на достойную смерть», привело к тому, что проблема эвтаназии оказалась в центре внимания. Впервые этот термин был использован Ф. Бэконом, который понимал под эвтаназией легкую, безболезненную, даже счастливую смерть.

Основные принципы биомедицинской этики, используемые в современных дискуссиях об эвтаназии, – это принцип уважения автономии личности и принцип «не навреди». Первый из них предполагает, что решение об эвтаназии принимается пациентом добровольно и осознанно. Вопросы, встающие в этой связи, таковы: насколько может простираться автономия пациента? Насколько осознанным можно считать выбор, который делает человек в таком тяжелом состоянии? Принцип «не навреди» привлекается постольку, поскольку выбор «за» или «против» эвтаназии оценивается с точки зрения минимизации вреда для пациента. При этом вопрос заключается в том, что представляет меньшее зло, меньший вред для пациента: либо продление жизни, но такой, которая сопровождается непрерывными мучительными болями, а близкий конец которой все равно предопределен, либо скорая смерть – шаг, после которого уже нельзя будет вернуться назад? Возникающая при этом коллизия связана с тем, как понимать действительное благо пациента. Состоит ли оно в максимальном продлении жизни больного, который испытывает тяжелые страдания и к тому же знает, что он обречен? Или, может быть, благо пациента наилучшим образом обеспечивается тогда, когда соблюдается его воля, его право самому распорядиться своим самым ценным достоянием – собственной жизнью?

Бурные дискуссии вызывает практика активной эвтаназии, в начале 90-х гг. XX в. узаконенная в Голландии. Те, кто выступает в защиту эвтаназии, обычно обосновывают свою позицию доводами о том, что человеку должно быть предоставлено право самоопределения, вплоть до того, что он сам может выбирать, продолжать ли ему жизнь или оборвать ее. Сторонники легализации эвтаназии рассматривают ее как средство защиты человека от жестокого и негуманного лечения, продлевающего мучительные страдания, если надежды на выздоровление нет. Аргументами противников активной эвтаназии являются ссылки на то, что человеческая жизнь является непреходящей ценностью и легализация какой-либо практики уничтожения человеческих жизней чревата глубочайшим потрясением всего нормативно-ценностного порядка общества, только благодаря существованию которого люди и

продолжают ос таваться людьми. Серьезным аргументом против эвтаназии является ссылка на возможность диагностической и прогностической ошибки врача, появления новых медикаментов и способов лечения. В случае если активная эвтаназия будет узаконена, у медицинского персонала будет возникать искушение использовать ее не столько исходя из интересов и желания пациента, сколько из других, гораздо менее гуманных соображений.

Одна из многочисленных обязанностей, лежащих на плечи врача и медицины в современном мире, – это констатация того момента, когда человеческая жизнь заканчивается. Благодаря этому медицинская профессия обрела новый источник власти в обществе и новую, чрезвычайно серьезную ответственность. Это породило такие моральные проблемы, с которыми не приходилось сталкиваться традиционной медицине.

Констатация смерти человека для медика связана с установлением критериев смерти. Длительное время отсутствие сердечной деятельности, дыхания и кровообращения рассматривалось как признаки смерти. Однако в XX в. с развитием медицинских технологий критерий стал уточняться и пересматриваться. Новый критерий смерти был выработан в 1968 г. в Гарварде (США). Для этого была создана комиссия специалистов, предложившая критерий смерти, основывающийся на необратимом прекращении деятельности не сердца и легких, а мозга. В 1981 г. президентской комиссией по изучению этических проблем в медицине и биомедицинских и поведенческих исследований США предложена формулировка так называемой полной мозговой смерти. Были указаны два критерия смерти: необратимое прекращение функций кровообращения и дыхания; и необратимое прекращение всех функций мозга в целом, включая мозговой ствол. Первый из названных критериев, как очевидно, является традиционным, второй – новым.

В проблеме констатации смерти весьма существенен социальный аспект – смерть мозга есть критерий смерти для высокоразвитой системы здравоохранения, технически оснащенной медицины. Изменение отношения к остановке сердца как критерию смерти, принятие новой концепции смерти требуют существенного изменения общественного мнения, сотрудничества медиков, философов, юристов, представителей различных конфессий. Новый критерий может быть отвергнут на основании религиозных и социально-психологических соображений. Один из используемых в ряде религий аргументов состоит в том, что сердцу человека принадлежит особая роль. Так, например, с точки зрения выдающегося российского хирурга и священнослужителя В. Ф. Войно-Ясенецкого (епископа Луки), сердце является органом высшего – не чувственного и не рационального, а сверхрационального, духовного познания. Исходя из этого трудно признать умершим человека, сердце которого продолжает биться.

В некоторых странах законодательство позволяет отказываться от констатации смерти по новому критерию в том случае, если пациент, будучи живым, или его родственники после его смерти не соглашаются с этим критерием. Такая норма установлена, в частности, в Дании, а также в американских штатах Нью-Йорк и Нью-

Джерси.

Третья группа биоэтических проблем касается новых возможностей вмешательства в физическую и психическую целостность человека. Рассмотрим специфику проблем этого типа на примере трансплантологии и медико-биологического экспериментирования.

В основе трансплантологии лежат вопросы, затрагивающие не только конкретного пациента, но и основополагающие принципы существования человека в мире, основы миропонимания и самоопределения. Со становлением этой отрасли медицины, с одной стороны, перед человечеством открылась новая, чрезвычайно перспективная возможность лечения больных, ранее считавшихся обреченными. С другой – возник целый спектр правовых и этических проблем, касающихся сохранения идентичности и определения пределов вмешательства в целостность человека. Эти и другие подобные вопросы требуют для своего разрешения совместных усилий специалистов в области медицины, права, этики, богословия, психологии и других дисциплин. Более того, эти проблемы не могут считаться решенными, если выработанные специалистами подходы и рекомендации не получают общественного признания и не будут пользоваться общественным доверием. Например, в условиях ограниченных ресурсов здравоохранения требуется общественная поддержка перераспределения медицинских ресурсов в пользу развития трансплантологии.

Развитие трансплантологии требует выработать отношение к трактовке человека как совокупности заменяемых частей. Коммерческие отношения при проведении трансплантологических операций превращают человеческие органы в товар. Существование подпольного рынка донорских органов свидетельствует о появлении новейшей формы эксплуатации человека человеком. Мощным фактором дестабилизации общественной жизни может стать разрешение торговли органами и тканями человека. В этом случае трансплантология усилит социальную несправедливость – богатый будет в буквальном смысле выживать за счет бедного. Запрет на куплю-продажу органов находится в согласии с основным законом нравственных взаимоотношений между людьми, который полагает, что человек не может рассматриваться как средство для достижения цели другого человека и этическим пониманием человека как личности (а не вещи), обладающей достоинством, волей и свободой. Необходимо учитывать, что тенденция коммерциализации различных сторон жизни человека имеет объективные основания и простой запрет купли-продажи органов при наличии объективных интересов и слабости правового контроля создает условия для формирования теневого рынка этих услуг.

Ряд проблем возникает при реализации ключевых этапов трансплантологических операций: какие условия констатации смерти потенциального донора должны быть соблюдены? Каковы правила изъятия органов и (или) тканей у трупа или живого донора? По каким основаниям должны распределяться уже имеющиеся донорские органы или ткани среди нуждающихся реципиентов?

Условием этически безупречного установления диагноза смерти мозга является

соблюдение трех этических принципов: принципа единого подхода (соблюдается одинаковый подход к определению «смерти мозга» вне зависимости от того, будет ли впоследствии осуществлен забор органов для трансплантации); принципа коллегиальности (обязательное участие нескольких врачей в диагностике «смерти мозга»); принципа организационной и финансовой независимости медицинских бригад, участвующих в трансплантации.

Этические проблемы трансплантологии существенно различаются в зависимости от того, идет ли речь о заборе органов для пересадки у живого человека или из тела умершего. Основным источником органов и тканей для трансплантации является трупное донорство. Прогресс технологий в данной области поражает: например, в августе 2009 г. в прессе появились сообщения об успешной трансплантации комплекса «язык – нижняя челюсть».

Существует три традиции забора органов от трупа, которые имеют различное моральное содержание, – рутинный забор; забор, основанный на презумпции согласия; забор, осуществляемый через механизмы информированного согласия.

Суть традиции рутинного забора заключается в том, что тело после смерти человека согласно этому принципу становится собственностью государства. Это означает, что решение об изъятии органов принимается исходя из интересов и потребностей государства. В частности, службам здравоохранения даются полномочия производить вскрытие, забирать органы для научных и прочих манипуляций, использовать физиологические жидкости и ткани трупа для самых разных целей. Тело умершего человека в данном случае трактуется как государственная собственность, которую медики могут использовать в общественных интересах, для исследовательских, учебных и лечебных целей. Такая модель имела место в советской системе здравоохранения с 1937 г. и частично сохранялась вплоть до 1992 г.

Презумпция согласия предполагает, что каждый гражданин изначально согласен, что его органы после смерти будут использованы для пересадки другим. То есть если на момент смерти человека у врачей не будет документа от пациента, явно свидетельствующего о его негативном отношении к изъятию его органов при констатации смерти, или об этом не заявят его родственники, то органы могут быть забраны. Отсутствие выраженного отказа трактуется как согласие. Важнейшим условием для реализации права человека или его родственников на отказ от изъятия органов является полная информированность населения о сути этого права и о механизмах фиксации своего отказа. Однако на сегодняшний день большая часть населения, по крайней мере, в нашей стране, не знакома с механизмом оформления прижизненного отказа. Данная модель фактически нарушает принцип добровольного информированного согласия, не создает условий для соблюдения права личности на определение отношения других к своему физическому телу после смерти.

Принцип «презумпции несогласия» предполагает, что отсутствие явно выраженного согласия равносильно отказу. В основе подхода, опирающегося на информированное согласие, лежит фундаментальное право индивида на автономное решение вопросов

относительно вмешательства в его физическую целостность после смерти. Человек должен иметь возможность сам распоряжаться своей жизнью и своим телом, в том числе – в разумных пределах – и после смерти. В то же время информированное согласие не противоречит и общественному интересу в получении органов и тканей для пересадок. Приследованию данной традиции органы можно изъять только в случае получения прижизненного согласия от самого человека либо с согласия родственников после его смерти (в зависимости от страны). Успешная реализация механизма информированного согласия предполагает, во-первых, что население достаточно хорошо информировано о концепции мозговой смерти и об общественной полезности трансплантаций. Во-вторых, совершенно необходим высокий уровень общественного доверия к профессионалам-медикам, которые ответственны за постановку диагноза смерти мозга. Собственно говоря, подобные условия должны соблюдаться и при рутинном заборе, и при действии презумпции согласия, однако при подходе, требующем информированного согласия донора, эти факторы в решающей степени определяют саму возможность получения донорских органов и тканей для трансплантации.

Помимо трупного донорства, второй источник получения органов и тканей – забор одного из парных органов или части органа (ткани) у живого человека. В настоящее время пересадка органов от живых доноров – бурно развивающееся во всем мире направление оказания медицинской помощи. От живых доноров пересаживают почку, долю печени, костный мозг, данный перечень постоянно дополняется. Во многих случаях трансплантация является спасающим жизнь пациента методом лечения.

Однако при этом возникает целый ряд непростых моральных проблем. В настоящее время во всех странах мира принята практика пересадки органов и тканей от живого донора только лицам, находящимся в близком родстве с донором. Такая практика призвана обеспечить соблюдение принципов добровольности и альтруизма, а также исключить возможность злоупотреблений и попыток вознаграждения донора за отданный орган.

Забор органа или его части у донора, очевидно, является отступлением в отношении донора от одного из основополагающих этических принципов медицины – принципа «не навреди». Хирург, забирающий орган или ткань у донора, вполне осознанно наносит ему травму и подвергает его жизнь и телесное благополучие значительному риску. Для минимизации ущерба здоровью донора во многих странах законодательно гарантируется его бесплатное, в том числе и медикаментозное, лечение в учреждении здравоохранения в связи с проведенной операцией. Еще один моральный принцип медицины неприемлем в трансплантологии: только полнота информации о состоянии здоровья, последствиях и рисках операции по изъятию органов обеспечивает получение информированного согласия на проведение операции. Таким образом, человек, становящийся донором органа или ткани, фактически лишается права на получение информации и т. д.

Вероятно, решить проблему трансплантологии (в части дефицита донорских органов)

мог бы переход от пересадки человеческих органов и тканей (аллотрансплантации) к использованию в качестве доноров животных (ксенотрансплантация).

Ксенотрансплантациями называются пересадки органов и тканей от животных человеку. Попытки переливать кровь от животных человеку и пересаживать органы имеют давнюю историю. Однако только с появлением циклоспорина, подавляющего реакции отторжения трансплантатов, и с прогрессом в области генетической инженерии, который сулит преобразовать геном животных-доноров для обеспечения гистосовместимости, возникли реальные коммерческие проекты в области ксенотрансплантологии. Общественный интерес к ним подогревается неуклонно растущим дефицитом человеческих донорских органов и тканей и общественными опасениями по поводу коммерциализации трансплантологической помощи.

Если не считать немалых технологических трудностей, к примеру, связанных с феноменом сверхострого отторжения инородных тканей, наблюдающегося при пересадках органов от животных, принадлежащих к другим биологическим видам, то одной из основных моральных проблем ксенотрансплантологии оказывается проблема оправданности риска. Дело в том, что, пересаживая человеку органы, к примеру свиньи, возникает риск одновременно перенести реципиенту такие заболевания, как бруцеллез, грипп свиней и целый ряд других инфекций – как встречающихся, так и не наблюдающихся в обычных условиях у человека. Последние инфекции особо опасны, так как в человеческом организме нет эволюционно отработанных защитных механизмов для борьбы с ними. Ряд вирусов, безвредных для животных, попав в условия организма человека, могут стать источником тяжелейших заболеваний.

Помимо возражений медицинского и биологического характера, ксенотрансплантация сталкивается с контраргументами и чисто морального свойства. Нередко выдвигаются требования если не запрета, то резкого ограничения экспериментов в этой области. С позиций наиболее радикальных защитников животных изъятие органов у животных недопустимо, поскольку животные в отличие от человека не могут дать добровольного согласия. Ксенотрансплантация действительно ставит фундаментальную этическую проблему: является ли человек высшей моральной ценностью, во имя которой можно причинять страдания и боль или даже вызывать смерть других живых существ? Представители так называемого патоцентризма (от греч. *pathos* – страдание, болезнь) полагают, что субъектами морального отношения должны считаться все живые существа, способные испытывать боль. Те же, кто придерживается идей биоцентризма [\[123\]](#), требуют распространить моральное отношение на всю живую природу.

Проблема сохранения физической и психической целостности человека весьма остро стоит при обсуждении моральных проблем медицинского экспериментирования. Большая часть медицинских исследований связана не со спасением и выживанием человека, а с совершенствованием знаний о природе человека и возможностях вмешательства в нее, а также с улучшением качества жизни членов социума. Прогресс общества достигается на пути реализации интересов общества, и поскольку наука –

необходимый инструмент прогресса, а в медицине эксперимент на людях – необходимый инструмент исследования, общество заинтересовано в экспериментировании с людьми.

Как только наука начинает рассматривать человека в качестве объекта экспериментирования, сразу же возникает конфликт между двумя значимыми для западноевропейской культурной традиции ценностями: свободой научного поиска, с одной стороны, и личной неприкосновенностью – с другой. Именно в экспериментах на людях утрачивается ясное различие между этими двумя ценностями. Указывая на достижения, которые стали возможны благодаря науке, ученые склоняются к мнению, что ничем не сдерживаемое научное экспериментирование – это неотчуждаемое право, благодаря которому за счет свободы исследования появляется возможность порождения новых идей. Однако с точки зрения этики необходимо оправдание в ситуациях, когда нарушается изначальное право человека на неприкосновенность. Такое оправдание должно определяться ценностями, соразмерными с теми, что приносятся в жертву. В ситуации медицинского экспериментирования важно определение условий, если такое вообще возможно, которые допускают, что общество может подвергнуть кого-либо из своих членов рискованному и опасному воздействию с тем, чтобы извлечь выгоду не столько для конкретной личности, сколько для общества в целом. Кто должен страдать? По каким причинам и по чьему решению?

Нередко возникает соблазн использовать жителей бедных регионов как участников экспериментов американских и европейских фармацевтических фирм, причем разработанные препараты будут стоить настолько дорого, что большинство населения стран третьего мира не сможет воспользоваться разработанными и опробованными на них препаратами. Так, проблемы биоэтики приобретают вполне ощутимые экономические и политические составляющие. Это уже не обсуждение прав отдельных граждан, уязвимых участников экспериментов, это и вопрос справедливого доступа к научным достижениям, технологиям диагностики и терапии, причем в мировом масштабе.

На проблемы, связанные с экспериментами над людьми, обратили внимание после Второй мировой войны. Первыми массовыми медицинскими исследованиями стали опыты нацистских медиков в 40-е гг. XX в. В «научных» экспериментах погибли, по разным данным, до 275 тыс. человек. Нюрнбергский процесс (1946–1947) вскрыл факты чудовищных по своей жестокости и по своему размаху медицинских экспериментов на людях, когда огромное число узников концентрационных лагерей, в основном негерманского происхождения, использовались как подопытные для научно-исследовательских целей и медицинских опытов. После Нюрнбергского процесса трибунал с помощью врачей-экспертов, привлеченных к участию в процессе, составил документ, кодекс поведения участников медицинских экспериментов, так называемый Нюрнбергский кодекс. Это первый в истории международный «Свод правил о проведении экспериментов на людях» – ключевой документ для экспериментов на человеке, определяющий отношения между экспериментатором и тем, кто подвергается экспериментированию.

Нравственный принцип, опирающийся на приоритет личной неприкосновенности, утверждает: каждый человек имеет право на уважение чести и достоинства, это право принадлежит любому и не может быть отменено никакими соображениями относительно общественной пользы, вклада в общее благосостояние или, если речь идет о медицинском экспериментировании, общественной значимостью прогресса в медицинских науках.

Добровольное информированное согласие направлено на защиту пациента от экспериментальных намерений врача и исследователя, на снижение риска нанесения морального и (или) материального ущерба. Однако проблемы возникают при попытках конкретизировать степень информированности человека, ставшего пациентом или привлеченного к медицинским исследованиям. Включает ли степень информированности всю полноту информации, в том числе технические детали, предположительные перспективы развития эксперимента и т. д.? Если полнота сведений должна быть ограничена по каким-то основаниям (состояние пациента, недостаточная основательность диагноза, психологические особенности больного), то какова должна быть мера информации, чтобы обеспечить право человека распоряжаться своим телом? Эти вопросы требуют при принятии основного морального ориентира на автономию личности конкретизации механизма обеспечения провозглашенной неприкосновенности, причем в ситуации медицинского экспериментирования абсолютная неприкосновенность не достижима. Кроме того, существуют ситуации, когда неинформированность субъекта, а иногда даже и самого экспериментатора, составляет содержание исследования, например, при оценке эффективности лекарственного препарата путем сравнения двух групп пациентов, одна из которых получает вместо препарата «пустышку» (плацебо).

Экспериментирование с людьми может проходить в виде: (1) самоэкспериментирования врачей; (2) эксперимента над пациентами-добровольцами, цель которых помочь пациенту (экспериментальная терапия); (3) эксперимента над пациентами, когда речь идет не о пользе конкретно этих пациентов, а о пользе всех больных вообще; (4) эксперимента над здоровыми людьми. Достижение информированного согласия в каждом из этих видов медицинского экспериментирования имеет свою специфику.

Проблему экспериментов на человеке обсуждает обширная литература. Обсуждение вопросов охраны прав человека при привлечении людей к медицинским исследованиям не сводится к обвинениям науки в злодеяниях или призывам законом остановить исследования в биомедицине. При обсуждении достигается более высокий уровень понимания проблемы: стремление к знаниям ради облегчения страданий человечества должно сочетаться с необходимостью защиты участников эксперимента. Сохранение прав личности, гарантии индивидуальной автономии при проведении научно-медицинских исследований следует признать фундаментальными ориентирами.

Эксперименты с участием человека должны основываться на данных, полученных в лабораторных исследованиях на животных. Эксперименты на животных позволяют не

только лучше понять законы жизни и механизмы отдельных жизненных процессов, но и совершенствовать методы профилактики, диагностики и лечения болезней как человека, так и животных. Кроме этого многие созданные человеком вещества, например, лекарства, пищевые добавки, химикаты, необходимо испытать на биологическую активность, и совершенно очевидно, что такие испытания можно проводить только на животных, хотя в конечном счете они предназначены для выяснения воздействия на человека. В последнее время в западных странах эксперименты с привлечением животных сведены к минимуму. В ряде исследовательских центров США и Европы закрыты виварии. Один из мотивов – этический – необходимость во избежание этических проблем развивать альтернативную биологию, опирающуюся на моделирование биологических процессов, в том числе с помощью современных мультимедийных систем. Ключевое методологическое соображение против абсолютизации возможностей альтернативной биологии связано с тем, что таким образом решаем ряд учебных и ограниченный круг экспериментальных задач, но существенного приращения фактуального знания при опоре на моделирование, как познавательный прием, ожидать не стоит.

Еще один тип биоэтических проблем касается прав и обязанностей государства в вопросах охраны здоровья граждан. Рассмотрим особенности проблем этого типа на примере генодиагностики и генотерапии.

Технологии генодиагностики и генотерапии базируются на мировых достижениях в расшифровке генома человека. Технологии генодиагностики включают разработку приемов точной локализации генов в геноме человека, ответственных за наследственные и соматические заболевания, а также методы пренатальной и доклинической диагностики. Их важной составляющей является сравнительный анализ структуры генома в норме и патологии.

Развитие этих перспективных технологий фундаментальной и прикладной биомедицины породило спектр этических проблем: когда, при каких условиях и как широко может применяться генотерапия? Как должно быть организовано медико-генетическое консультирование? Как информировать больных и их родственников? Насколько реальна опасность «генетицизма» общества, то есть навязывания ему неких генетических норм, создания с помощью «улучшающих» манипуляций, профилактической или «косметической» генотерапии новых, генетически высших и низших классов? И самый, видимо, главный вопрос: стоит ли вообще развивать генотерапию? С генодиагностикой и генотерапией возникают реальные возможности воздействия на природу человека в заданном направлении, манипулирования элементами в целостных системах на уровне организма и вида. Не принимает ли на себя человек функции Бога или Природы, решаясь на рискованное (в силу неизвестности отдаленных последствий) воздействие в тонкие молекулярные основы жизни? Может быть, огромные средства, которые на нее затрачиваются, целесообразнее использовать для традиционного лечения?

Технологии генодиагностики и генотерапии являются инструментом реализации

новой медико-биологической стратегии, конечная цель которой – избавление человечества от генетических и приобретенных болезней. Актуальность генотерапии для человека связана с тем, что более 5000 наследственных и приобретенных заболеваний связано с генетическими дефектами. Терапевтический эффект достигается либо экспрессией введенного гена, тогда это так называемая позитивная генная терапия, либо торможением гиперэкспрессирующегося или измененного гена, тогда это негативная генная терапия.

Генная терапия классифицируется по-разному, но прежде всего распадается на две группы: лечение наследственных моногенных и приобретенных заболеваний. Причем очень интересна тенденция в соотношении этих двух направлений. Вначале считалось, что генная терапия разрабатывается исключительно для моногенных заболеваний. Сейчас выясняется, что это очень трудно, в то время как для многих приобретенных болезней она весьма перспективна.

«Всеобщая декларация о геноме человека и о правах человека» (ЮНЕСКО) постулирует, что геном человека лежит в основе изначальной общности всех представителей человеческого рода, а также признания их неотъемлемого достоинства и разнообразия. Геном человека определяется как достояние человечества. Декларация подразумевает, что телесностью (в частности, геномом) не исчерпывается достоинство человека, однако телесность составляет существенный компонент реальности человеческого бытия, и генетический код в данном случае рассматривается как основная структура телесности. Человек имеет право на естественный неизменный геном. Данный документ запрещает рассматривать геном человека в его естественном состоянии в качестве источника извлечения доходов. Особое значение придается принципу информированного согласия, по которому любые лечебные или диагностические манипуляции, связанные с геномом, могут проводиться после тщательной предварительной оценки связанных с ними «рисков» и «польз». «Во всех случаях следует заручаться предварительным, свободным и ясно выраженным согласием заинтересованного лица. Если оно не в состоянии его выразить, то согласие или разрешение должны быть получены в соответствии с законом, исходя из высших интересов этого лица», – говорится в Декларации.

В Декларации постулируется, что «конфиденциальность генетических данных, которые касаются человека, чья личность может быть установлена, и которые хранятся или подвергаются обработке в научных или любых других целях, должна охраняться в соответствии с законом». Утверждается право всеобщего доступа к достижениям науки в областях, касающихся генома человека, при условии должного уважения достоинства и прав каждого человека.

Почему генетические знания оказываются существенным образом связанными с этическими проблемами? Прежде всего следует обратить внимание на то, что в геномных процедурах и их практических приложениях задействовано много людей: исследователь, врач, испытуемый, донор, реципиент, пациент, члены семьи. Косвенно в них участвуют и некоторые социальные службы, занимающиеся трудоустройством,

страхованием жизни, здоровья, имущества, образованием, то есть теми сферами, в которых люди вступают в отношения друг с другом в связи с проведением геномных исследований или приложением их результатов к практической жизни. При этом следует обратить внимание на одно отличие от многих других разделов биомедицинской этики: не только сам испытуемый, но и его прямые потомки в нескольких поколениях могут стать объектом воздействия измененной генетической информации.

Согласно правилу конфиденциальности информация о генетическом статусе человека может быть сообщена только ему, его опекунам и лечащим врачам. Недопустима передача профессионалом такой информации без санкции тестируемого или его законных опекунов любой третьей стороне (частным лицам, органам образования, трудоустройства, страхования, социальным службам и т. д.), так как это может повлечь за собой дискриминацию этого лица на основании сведений о его генетическом статусе. В ряде стран принят мораторий на использование генетической информации при страховании, трудоустройстве и проч.

Активное развитие генных технологий сегодня явно опережает обсуждение биоэтических вопросов, тем более законодательное оформление взвешенных позиций. Налицо либо жесткий на уровне государства запрет, что чревато отставанием для конкретной страны в этих стратегических научно-технологических сферах, либо упование на общественную значимость научных знаний, при вере в самоограничения самих ученых в работе над рискованными темами. И та и другая позиция как крайности должны быть преодолены в рамках биоэтического дискурса.

Становление биоэтики как исследовательского направления и практики современного здравоохранения связано с деятельностью нового типа социальных институтов – биоэтических комитетов. Такие комитеты построены на междисциплинарной основе и включают, помимо медиков и биологов, юристов, психологов, социальных работников, экспертов в области медицинской этики, пациентов и их представителей, а также представителей общественности. Задачей этих организаций является морально-этическое регулирование биомедицинских исследований и медицинской практики с целью предотвращения последствий, неблагоприятных для человеческой жизни и здоровья. Независимые этические комитеты должны в ходе клинических испытаний лекарственных средств, которые могут быть связаны с определенным риском для здоровых добровольцев или пациентов, проследить, чтобы их права не были нарушены, снизить вероятность нанесения ущерба здоровью людей, гарантировать в случае ущерба лечение или компенсацию. Этические комитеты представляют собой совершенно новый механизм защиты прав и достоинства человека – испытуемого или пациента. Их члены могут избираться или назначаться, работа может происходить на общественных началах или оплачиваться, они могут быть временными (для решения наиболее актуальных проблем, имеющих социальное значение) либо на постоянной основе, имеются и другие различия. В связи с этим опыт деятельности этических комитетов нельзя перенести из одной страны в другую, потому что необходимо учесть культурные и прочие

особенности национальных систем здравоохранения.

Развитие биоэтики отражает ключевую особенность современной науки – стремление найти на новом уровне развития науки социальные механизмы, которые обеспечивают общественное признание науки, одновременно предупреждая или минимизируя негативные ее последствия в области биомедицины для отдельного человека и человечества в целом.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Когда стала развиваться биоэтика?

2. Укажите, какие специфические характеристики современного этапа развития науки проявляются при формировании биоэтики.

3. Перечислите основные направления биоэтических дискуссий. Развитие каких направлений, по вашему мнению, рождает наиболее острые этические проблемы?

4. Укажите основные принципы (правила) разрешения биоэтических проблем.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ

1. Активная эвтаназия отличается от пассивной: А) отсутствием согласия или просьбы пациента о лишении жизни; Б) приоритетностью решения врача перед решением пациента о прекращении жизни пациента; В) активным, деятельным вмешательством врача в процесс прекращения жизни по просьбе пациента; Г) умышленным или преднамеренным лишением жизни человека.

2. Аргументы против легализации эвтаназии связаны: А) с указанием на возможность изменения решения пациента; Б) с нарушением предназначения врача спасать и сохранять человеческую жизнь; В) с утверждением права человека на добровольный уход из жизни; Г) с нарушением моральной заповеди «не навреди».

3. В современной биоэтике методы искусственного оплодотворения рассматриваются как не содержащие в себе трудностей морального порядка: А) если используются для супружеской пары; Б) независимо от супружества, так как речь идет о врачебной вспомогательной помощи страждущим; В) так как сохраняют акт деторождения, целостный во всех своих компонентах (физических, психических, духовных), независимо от юридического оформления брака; Г) так как не имеют прямых запретов в православной догматике.

4. Критерий смерти человека как смерти мозга был узаконен в РФ: А) в 1991 г.; Б) в 1992 г.; В) в 2002 г.; Г) в 1998 г.

5. В Голландии при осуществлении активной эвтаназии врачи не должны нарушать

следующих условий: А) психические и физические страдания больного по заключению консилиума врачей непереносимы; Б) больной просил об эвтаназии недвусмысленно и неоднократно; В) решение больного независимо и принято на основе хорошей информированности; Г) имеется согласованное решение родственников пациента об отключении жизнеподдерживающей аппаратуры.

6. Привлечение военнослужащих в качестве испытуемых к медико-биологическим экспериментам не соответствует следующему биоэтическому принципу: А) информированности; Б) компетентности; В) добровольного согласия; Г) справедливости.

7. Паллиативная помощь означает в переводе с латинского: А) защита, забота; Б) оболочка, покрытие; В) опора, поддержка; Г) удобрение, полив.

8. Сократ, Платон: А) оправдывали умерщвление очень слабых и тяжелобольных людей даже без их согласия; Б) считали, что если человек по причине своей слабости становится обузой для общества, то покончить с собой – его моральный долг; В) разделяли представление о жизни человека как божьем даре; Г) выступали против самоубийства, не исключая и вызванного страданиями.

9. Согласно биоэтике при решении сложных этических проблем в профессиональной деятельности врач ориентируется: А) на нормы международного права; Б) на принципы светской этики; В) на принципы профессиональной этики; Г) на положения национального законодательства; Д) на личную выгоду; Е) на традиционную религиозную мораль.

10. Отказ компетентного больного от рискованного «агрессивного» медицинского (оперативного) вмешательства приобретает юридическую и моральную силу: А) при записи врачом в историю болезни отказа больного, сделанного последним в устной форме; Б) при письменной форме отказа информированного больного, заверенного его подписью; В) при игнорировании воли больного (принудительная курация лечащим врачом); Г) при комиссионном принятии программы курации; Д) при получении решения суда.

11. Во время операции возникла необходимость оперативного вмешательства, не предусмотренного, не санкционированного, не узаконенного информированным письменным согласием больного. Правомочно с моральных и юридических позиций: А) произвести операцию после выведения больного из наркоза и получения в операционной его устного согласия; Б) произвести операцию в оптимальном объеме, не выводя больного из состояния наркоза; В) произвести операцию после выведения больного из наркоза и получения в операционной его письменного согласия; Г) ограничить хирургическое вмешательство диагностикой и оперировать спустя сутки и более при письменном согласии больного; Д) согласовать по телефону объем операции с юристом.

12. Без согласия больного разглашение врачебной тайны допускается: А) когда он при

оказании медицинской помощи не в состоянии выразить свою волю (состояние комы, дети до 15 лет); Б) при угрозе распространения инфекционных заболеваний, массовых отравлений и поражений; В) по запросу органов дознания и следствия, прокуратуры и суда в связи с проведением расследования или судебного разбирательства; Г) при нанесении вреда здоровью в результате противоправных действий; Д) при всех указанных выше обстоятельствах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Люди всегда испытывали любопытство по отношению к окружающему их миру. Знания о нем интересовали человека с позиции практической пользы, роста жизненного комфорта и качества жизни. Естественные науки прошли длительный и непростой путь развития, когда периоды спада сменялись стремительными взлетами мысли.

Несмотря на то, что наука рассматривается как традиционная сфера духовной жизни человека, современная наука отличается от прежних попыток толкования Вселенной тем, что она не только расширяет технические возможности человека. Новый тип предметности, который осваивает наука, имеет последствия для организации самой науки, происходит изменение аксиологической составляющей научного творчества. В XX в. происходит изменение статуса знаний, знание функционирует как товар, но обмен знаниями не подразумевает утрату стоимости у того, кто передает стандартный товар. Знание, получившее товарную цену, является стимулом для инновационных процессов, кардинально меняющих технологическое оснащение экономики. Наука меняет не только технологию и экономику, она активно формирует мышление и мировоззрение людей. Меняются типы научных знаний, наука переходит к исследованию предельно сложных систем, меняется стиль научной рациональности. Важно за процессами изменения научной картины мира рассмотреть изменение глубинных ценностей цивилизации. Возможно, эта смена ценностей – свидетельство перехода человечества к новому типу развития.

Молодым людям, которые планируют стать специалистами в самых различных областях знания, необходимо понимать, что в современной культуре удивительным образом переплетаются представления о современности как о «веке науки», о ее полном господстве с распространенностью мифов и суеверий. Одна из причин – сложность и дифференцированность научного знания, объективная невозможность максимально глубокого проникновения в основы всех дисциплин. Для многих студентов, ориентирующихся на гуманитарные науки, встреча с курсом «Концепции современного естествознания» представляется сулящей мало удовольствия. Многие не догадываются о том, что естествознание может быть увлекательным – годы, проведенные в школе, заставили уверовать в то, что язык науки – бездушный язык чисел и формул. Эта ситуация вызвана не особенностями российского среднего образования или общими проблемами массового обучения по стандартным программам. Саморазвитие науки провоцирует на то, что ее открытия, принципы и концепции в силу сложности, невозможности наглядного представления оказываются непонятными и, как следствие, малопривлекательными для массовой культуры.

«Наука дает тому, кто трудится и ищет в ней, много удовольствия, тому же, кто узнает ее выводы, – очень мало. Но так как постепенно все важнейшие истины должны стать обыденными и общеупотребительными, то прекращается и это маленькое удовольствие; так, при изучении столь изумительной таблицы умножения мы уже давно перестали радоваться.

Можно почти с уверенностью предсказать дальнейший ход человеческого развития: чем меньше удовольствия будет доставлять интерес к истине, тем более он будет падать: иллюзии, заблуждения, фантастика, шаг за шагом завоюют свою прежнюю почву, ибо они связаны с удовольствием, ближайшим последствием этого явится крушение наук, обратное погружение в варварство. Опять человечество должно будет сызнова начать ткать свою ткань, после того как оно, подобно Пенелопе, ночью распустило ее» [\[124\]](#).

Если Ньютон считал себя мальчиком, играющим на берегу океана непознанного, то обращающийся к бездне современных знаний начинает чувствовать себя на берегу другого океана – океана познанного. Все усилия по освоению все новых знаний увеличивают предстоящий океан познанного. В таких обстоятельствах задачей курса нельзя считать очередное изложение информации, хотя бы с благим намерением представить в сжатом виде, «в капле», океан познанного.

Важно не столько знать факты, сколько понять смысл происходящих в обществе под влиянием науки перемен, а эта задача не определяется одним академическим усердием – чтением книг или присутствием на лекциях. Способность к пониманию, к диалогу друг с другом и миром – результат напряженного взаимодействия ума с сердцем, всестороннего присутствия в культуре. Автор желает читателям данного учебника успехов в достижении этой непростой цели.

А

Абсолютный нуль – это теоретическая температура, при которой все вещества имеют нулевую тепловую энергию. Первоначально это понятие соответствовало температуре, при которой идеальный газ, находящийся при постоянном давлении, сжимается до нулевого объема. Это понятие имеет большое значение в термодинамике, является фиксированной точкой в абсолютных шкалах температур. Он равен 0К, – 459,67°F, или –273,15°C.

Адаптация (от позднелат. *adaptatio* – приспособление, прилаживание) – процесс приспособления строения и функций организмов и их органов к условиям среды. Адаптация живых организмов возникает и развивается под действием трех основных факторов: изменчивости, наследственности и естественного отбора. В результате адаптации повышается устойчивость организма к холоду, теплу, недостатку кислорода, изменениям давления.

Адроны – элементарные частицы, участвующие во всех взаимодействиях, в том числе и сильном взаимодействии (барионы, мезоны, включая все резонансы).

Алгоритм – это набор четко определенных правил и указаний для решения определенной проблемы.

Аллель – один из двух или нескольких вариантов структуры гена, обуславливающего наследование признака. Организм, имеющий два идентичных аллеля, называется гомозиготным по данному признаку, а несущий два различных аллеля – гетерозиготным. Если один аллель подавляет проявление другого, он называется доминантным, а подавляемый аллель – рецессивным. Неполная доминантность встречается, когда проявляется действие обоих аллелей.

Аминокислоты – органические соединения, являющиеся субъединицами белков. Всего известно около семидесяти различных аминокислот, но только от двадцати до двадцати четырех из них найдено в живых организмах. Аминокислоты связаны вместе в цепи под названием пептиды. Связь между двумя соседними аминокислотами называется пептидной связью. Когда много аминокислот соединены вместе таким образом, весь комплекс называется полипептидом и является основой структуры белка.

Аннигиляция (от лат. *annihilatio* – исчезновение, уничтожение) – термин, принятый в физике для наименования процесса превращения частицы и отвечающей ей античастицы в другие частицы, происходящего при их столкновении. Например, при аннигиляции электрона и позитрона образуются фотоны γ -излучения, а при аннигиляции нуклона и антинуклона – пионы (π -мезоны), реже – каоны (K-мезоны). При аннигиляции выполняются законы сохранения массы, полной энергии, импульса, электрического заряда и некоторых других величин; или в праве – уничтожение,

объявление несуществующим.

Антикваризм – традиция исследования истории науки, связанная с желанием восстановить картины прошлого в их внутренней целостности, без отсылок в современность.

Античастицы – элементарные частицы, имеющие ту же массу, спин, время жизни и некоторые другие внутренние характеристики, что и их «двойники» – частицы, но отличающиеся от частиц знаками электрического заряда и магнитного момента, барионного заряда, лептонного заряда, странности и др. Все элементарные частицы, кроме абсолютно нейтральных, имеют свои античастицы. При столкновении частицы и античастицы происходит их аннигиляция.

Атмосфера земная – газовая оболочка, окружающая Землю. Состоит из слоев, выделяемых на основе изменения температуры с высотой: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера, ионосфера.

Атом (от греч. atomos – неделимы) – наименьшая частица химического элемента, носитель его свойств.

Аттрактор – в синергетике относительно устойчивое состояние системы, которое как бы притягивает к себе все множество траекторий развития, возможных после точки бифуркации.

Антропосоциогенез (от греч. anthropos – человек, лат. *societas* – общество и греч. genesis – происхождение) – происхождение и эволюция человека, становление *Homo sapiens* как вида в процессе формирования общества.

Антропный принцип – положение об особом, привилегированном положении человека во Вселенной: если бы человека не было, Вселенная была бы другой.

Афiliation – взаимное притяжение особей одного вида, группы, семьи друг к другу.

Аэробные организмы (от греч. aer – воздух и bios – жизнь) – организмы, нуждающиеся для своей жизнедеятельности в свободном кислороде. К группе аэробов относятся все высшие организмы и те из низших, которые используют для своего существования энергию, освобождающуюся при реакциях окисления, протекающих в организме с поглощением свободного кислорода.

Б

Бактерии – организмы, состоящие из одной клетки диаметром 1–2 мкм. Некоторые бактерии способны вызывать заболевания, такие как столбняк. Другие бактерии полезны для человека, например используются для получения антибиотиков.

Барионы – «тяжелые» элементарные частицы с полуцелым спином и массой, не

меньшей массы протона; участвуют во всех известных фундаментальных взаимодействиях. К барионам относятся нуклоны, гипероны и многие из так называемых резонансов.

Белки – органические соединения, содержащие углерод, водород, кислород, азот и иногда серу. Простая молекула белка состоит из длинной цепи субъединиц, называемых аминокислотами. Эти цепи могут быть присоединены к другим цепям и свернуты несколькими различными способами, образуя огромные и сложные молекулы. Белки являются строительными блоками клеток и тканей, будучи важными составляющими мускулов, кожи, костей и т. д. Также белки играют жизненно важную роль как ферменты. Некоторые гормоны имеют белковую структуру.

Бета-частицы (β -частицы) – высокоскоростные электроны и позитроны, испускаемые ядрами во время радиоактивного распада или ядерных реакций. Выделяемая энергия преобразуется в кинетическую энергию β -частиц. Поток β -частиц из радиоактивного источника называется β -излучением. Когда β -излучение падает на вещество, оно вызывает появление ионов, следовательно, оно является ионизирующим излучением. β -излучение проникает в вещество глубже, чем α -излучение, но не так глубоко, как γ -излучение.

Биосфера (от греч. *bios* – жизнь и *sphaira* – шар) – область распространения жизни на Земле; населенная организмами поверхность Земли и близлежащие к ней части земной коры (литосфера), воды рек, морей, океанов (гидросфера) и нижняя часть атмосферы (тропосфера).

Биологическая кибернетика – раздел кибернетики, исследующий общие законы хранения, передачи и переработки информации в биологических системах.

Биологические часы – это внутренний механизм, контролирующий ритмы различных метаболических процессов в организме животного или растения.

Бионика – раздел науки и совокупность технологий, использующие модели биологических процессов и механизмов в качестве прототипов для совершенствования существующих и создания новых технических устройств.

Биоэтика – раздел философского знания, имеющий предметом изучения совокупность принципов, предупреждающих о негативных последствиях биомедицинских технологий как для отдельного человека, так и для общества в целом.

Бифуркация (от лат. *bifurcus* – раздвоенный) – в синергетике разветвление в траектории движения (развития) системы в определенной точке (точке бифуркации).

В

Вакуум – состояние газа, когда длина пробега молекул между последовательными столкновениями становится меньше характерных размеров сосуда, то есть возможна

передача энергии не от молекулы к молекуле, а от одной стенки сосуда к другой (среда, в которой газ находится при давлении значительно ниже атмосферного).

Вакцина – препарат, содержащий убитые или инактивированные микроорганизмы – возбудители какого-либо заболевания. Путем введения вакцины стимулируется иммунный ответ организма.

Валентность (от лат. *valentia* – сила) – мера способности атома химического элемента или атомной группы образовывать химические связи с другими атомами (или атомными группами). Валентность – одно из фундаментальных понятий теории химического строения. Однако экспериментальный материал и теоретические представления современной химии не укладываются в рамки классического определения валентности, сформировавшегося в XIX – первой половине XX в., поэтому определение понятия «валентность» уточняется в рамках квантовой химии.

Вес (P) – сила, с которой тело действует на опору или подвес под действием силы тяжести. Если тело и опора неподвижны относительно Земли, то вес тела равен действующей на него силе тяжести. Тогда вес тела зависит от его массы m и ускорения свободного падения g : $P = mg$. Единица ускорения свободного падения g равна ньютону на килограмм (Н/кг). Величина g зависит от того, где находится тело, следовательно, и вес тела зависит от того, где оно находится.

Вещество – вид материи, обладающей массой покоя. Вещество состоит из элементарных частиц, масса покоя которых не равна нулю.

Вид – единица систематизации живых организмов. Описывает группу организмов, обладающих рядом общих признаков, способных спариваться между собой и производить плодовитое потомство.

Вирус – природный объект, содержащий нуклеиновую кислоту (ДНК или РНК), окруженную белковой оболочкой. Часто является возбудителем заболеваний, например вирусные инфекции человека – корь, грипп, полиомиелит.

Витализм (от лат. *vitalis* – жизненный) – совокупность биологических теорий, объясняющих жизненные явления действием присутствующего в организмах особого нематериального начала – «жизненной силы», «души», или «энтелехии».

Воздух – смесь газов (главным образом азота и кислорода), из которых состоит земная атмосфера. Воздух находится в воде, почве и организмах растений и животных. Сухой воздух у поверхности земли состоит по объему из 78,08% азота, 20,95% кислорода, 0,94% инертных газов и 0,03% углекислого газа. Содержит до 4% водяного пара. Случайными примесями в воздухе являются пыль, микроорганизмы и некоторые газы – аммиак, сернистый газ и др.

Волна – характеристика излучения. Большинство волн могут быть описаны как поперечные или как продольные. В поперечных волнах колебания происходят в

направлении, перепендикулярном направлению переноса энергии. В продольных волнах направления колебаний совпадают с направлением переноса энергии. Расстояние, принятое за один цикл волны, называется длиной волны λ . Все волны могут испытывать поглощение, отражение, преломление, дифракцию и интерференцию.

Время – наряду с пространством одна из основных форм существования материи. Время (как и пространство) неотделимо от материи; время определяет последовательность событий, явлений природы и их относительную продолжительность. Материя, движение, время и пространство неразрывно связаны между собой.

Вселенная – окружающий нас мир, бесконечный во времени и пространстве и безгранично разнообразный по тем формам, которые принимает движущаяся материя; церковнославянский перевод древнегреч. слова «ойкумена» – область мира, освоенная человеком.

Г

Галактика – большая система из звезд, межзвездного газа и пыли, темной материи и, возможно, темной энергии, связанная силами гравитационного взаимодействия. Обычно галактики содержат от 10 миллионов (10^7) до 1 триллиона (10^{12}) и более звезд, вращающихся вокруг общего центра тяжести.

Гамма-излучение (γ -излучение) – электромагнитные волны с высокой энергией (с короткой длиной волны), возникающие при распаде некоторых ядер. Энергия испускается порциями излучения (квантами или фотонами), и ядра становятся более стабильными. Гамма-излучение очень легко проходит через вещество. При столкновении с атомами вещества образуются ионы, и гамма-излучение медленно теряет энергию. Гаммарadiография используется для исследования внутренней структуры металлических объектов, таких как детали двигателей самолетов. Это позволяет обнаружить дефекты, которые не видны при внешнем обследовании, и заменить детали до того, как сломается двигатель.

Ген (от греч. *genos* – род, происхождение) – единица структурной и функциональной наследственности, представляющая собой отрезок молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты, у некоторых вирусов – рибонуклеиновой кислоты; единица наследственного материала, ответственная за формирование какого-либо элементарного признака; участок молекулы ДНК, образующей хромосому. Отдельный ген соответствует участку молекулы ДНК длиной до 1000 пар оснований, в последовательности которых закодирована информация. Этот генетический код задает структуру различных белков, в частности, ферментов, синтезируемых в клетке. Генетический код содержит информацию в виде последовательности азотистых оснований в молекуле ДНК. Каждый триплет (три соседних основания) соответствует определенной аминокислоте в составе полипептидной цепи. Например, триплет ГТА кодирует аминокислоту гистидин, а триплет ГТТ – аминокислоту глутамин.

Генетика (от греч. *genetikos* – относящийся к происхождению) – наука о наследственности и изменчивости организмов.

Генная инженерия – совокупность научно-технологических приемов и методов, ведущих к изменению генетической информации, заключенной в хромосомах, с целью получения новых признаков. Технология генной инженерии может использоваться для выведения новых высокоурожайных сортов растений и пород домашних животных, обладающих востребованными признаками.

«Геном человека» проект – проект, направленный на идентификацию всех генов, содержащихся в ДНК человека; создание базы данных, содержащей эту информацию, усовершенствование методов анализа; распространение полученных технологий в научной среде; выработка решений этических, правовых и социальных проблем, связанных с исследованием генома человека. Стартовал в 1990 г., благодаря усовершенствованию технологий дата окончания проекта не 2005 г., как планировалось, а 2003 г.

Гибрид – организм, возникший в результате скрещивания между генетически различными организмами.

Гидросфера (от греч. *hydor* – вода и *sphaira* – шар) – прерывистая водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и твердой земной корой; представляет совокупность океанов, морей и континентальных водных бассейнов (озер, рек и т. п.). Гидросфера покрывает 70,8% земной поверхности; объем ее около 1370 млн км (1/800 общего объема планеты); масса $1,4 \times 10^{18}$ м, из которых 98,3% сосредоточено в океанах и морях.

Гипотеза – научно обоснованное предположение либо о непосредственно не наблюдаемом факте, либо о закономерном порядке, не противоречащем известной совокупности явлений.

Гомеостаз (от греч. *hómois* – подобный, одинаковый и *stásis* – неподвижное состояние) – механизм, посредством которого живой организм поддерживает параметры своей внутренней среды, противодействуя внешним воздействиям, на таком постоянном уровне, который обеспечивает нормальную жизнь.

Гравитация (от лат. *gravitas* – тяжесть) – тяготение (взаимное притяжение), существующее между любыми двумя телами и определяемое их массами.

Группа – химические элементы в периодической таблице разбиты по горизонтали на периоды, а по вертикали на группы:

номер группы	элементы
группа I	литий, натрий, калий
группа II	бериллий, магний, кальций
группа III	бор, алюминий
группа IV	углерод, кремний

группа V	азот, фосфор
группа V I	кислород, сера
группа V II	фтор, хлор, бром
группа V III	гелий, неон, аргон

Гука закон – закон, который устанавливает, что упругое тело растягивается, увеличивая свою длину пропорционально приложенной силе, если эта сила не превышает предела упругости. Если предел упругости превышен, то тело теряет упругость и не подчиняется закону Гука.

Д

Давление (p) – сила, оказываемая веществом на единицу площади поверхности, которая находится в контакте с ним. Единица измерения давления – паскаль (Па), $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$. Давление жидкости на некоторой глубине или давление воздуха равно весу столба жидкости или воздуха, находящегося над единичной площадкой. Давление, оказываемое воздухом, называется атмосферным давлением. Для измерения давления существуют различные приборы, например, манометр, барометр.

Демон Максвелла – это воображаемое создание в гипотезе Дж. Максвелла, которое открывает и закрывает крошечную дверь между двумя объемами газа и может добиться того, что медленные молекулы могут сконцентрироваться в одной камере (и там будет холоднее), а быстрые молекулы – в другой (там будет теплее). Тем самым будет нарушен второй закон термодинамики. Благодаря Демону мог бы возникнуть эффективный поток молекулярной кинетической энергии, которая могла бы производить работу, и система превратилась бы в вечный двигатель.

Детерминизм (от лат. *determinare* – определять) – философское учение о всеобщей объективной универсальной взаимосвязи и причинной обусловленности процессов и явлений природы, общества и сознания.

Децибел – мера относительной громкости или интенсивности звука. Один децибел соответствует минимальной разнице звуков, различимой для человеческого уха.

Диод – устройство с двумя электродами, которое позволяет электрическому току (зарядам) течь только в одном направлении.

Дискретность (от лат. *discretus* – отдельный, прерывистый) – прерывистость, скачкообразность изменений в какой-либо физической, физико-химической, биологической и других системах во времени и пространстве.

Диссипация – рассеивание. Например, диссипация газов земной атмосферы в межпланетное пространство. В физике важную роль играет диссипация энергии – переход части энергии упорядоченных процессов (кинетическая энергия движущегося тела, энергия электрического тока и др.) в энергию неупорядоченных процессов, в конечном итоге в теплоту.

Диссипативность – качественно своеобразное макроскопическое проявление процессов, протекающих на микроуровне.

Диссоциация – разложение соединения на меньшие молекулы или ионы.

Дифракция – огибание волнами различных препятствий. В случае световых волн происходит огибание края непрозрачного объекта и попадание волн в область тени.

Дифференциация науки (от *differentia* – от *fere* – несу, уношу) – разделение знания на части, ступени, уровни; дробление классических наук на отдельные области.

Диффузия – взаимное проникновение соприкасающихся веществ друг в друга вследствие теплового движения частиц. Диффузия происходит в направлении падения концентрации вещества и приводит к равномерному распределению вещества по занимаемому объему. Скорость диффузии в жидкостях ниже, чем в газах, потому что частицы движутся с меньшими скоростями и чаще сталкиваются. Диффузия является одним из доказательств кинетической теории вещества.

Дм³ (кубический дециметр) – единица измерения объема. В обыденной жизни для измерения объема используется другая единица, литр. 1 литр равен 1 кубическому дециметру: $1000\text{ см}^3 = 1\text{ дм}^3 = 1\text{ литр}$.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) – носитель наследственной информации, заключенной в генах, и главный компонент хромосом. Молекула ДНК представляет собой цепочку нуклеотидов, каждый из которых состоит из фосфатной группы, сахара (дизоксирибозы) и связанного с ним азотистого основания. Молекула ДНК состоит из двух нуклеотидных цепей, формирующих спираль. Обе нити удерживаются вместе благодаря связям, возникающим между азотистыми основаниями (аденин всегда связан с тиминном, а гуанин – с цитозином).

Е

Естественный отбор – процесс выживания наиболее приспособленных – один из механизмов эволюции, описанный Ч. Дарвином. Он предположил, что организмы, относящиеся к одному виду, обладают различной приспособленностью к условиям окружающей среды. Особи, приспособленные к внешним условиям наилучшим образом, имеют наибольшие шансы выжить и передать свои признаки потомству.

Ж

Жидкость – состояние вещества, при котором частицы связаны межмолекулярными силами. Частицы жидкости не образуют кристаллическую решетку, как частицы твердого тела. В процессе кипения и испарения частицы жидкости получают достаточно энергии для преодоления межмолекулярных сил и переходят в газообразное состояние.

Звезда – раскаленное космическое тело (газовый шар), которое излучает свой собственный свет. Блеск звезды характеризуется ее звездной величиной: чем меньше звездная величина, тем ярче звезда. Источником энергии, излучаемой звездой, являются термоядерные реакции.

Звук – вид излучения, в котором энергия переносится с помощью волн давления в веществе (следовательно, звуковые волны не могут распространяться в вакууме). Звук является волной и обладает всеми волновыми свойствами: поглощением, отражением, преломлением, дифракцией и интерференцией. Звуковые волны являются продольными и не могут быть поляризованы. Подобно другим волнам, волны давления характеризуются частотным спектром. Диапазон частот звуковых волн, воспринимаемых человеческим ухом, составляет 20–20 000 Гц. Звук частотой ниже 20 Гц называется инфразвуком, а частотой выше 20 000 Гц – ультразвуком.

Золотое сечение – деление какого-либо отрезка таким способом, что отношение всего отрезка к его большей части равно отношению большей части к меньшей и это отношение примерно равно 1,61803 к 1.

И

Иерархия (от греч. hieros – священный, arche – власть) – порядок безоговорочного подчинения нижестоящих органов и должностных лиц вышестоящим по строго определенным ступеням («иерархическая лестница»), при котором вышестоящие органы наделяются властными полномочиями по отношению к нижестоящим; или расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему.

Излучение – перенос энергии волнами или частицами. Излучающие тела при этом теряют энергию. Тепловое излучение передается инфракрасными волнами. Они излучаются всеми телами с интенсивностью, зависящей от температуры, однако черные поверхности излучают (и поглощают) эти волны сильнее, чем светлые поверхности.

Изменчивость – различие в проявлении данного признака у представителей одного и того же вида. Существует два типа изменчивости: прерывистая изменчивость – в этом случае признак представлен ограниченным числом вариантов (например, кровь конкретного человека относится к одной из четырех групп (А, В, АВ или 0), между которыми нет промежуточных форм); непрерывная изменчивость – в этом случае переменная может принимать любое значение в пределах определенного интервала (например, если величина роста человека находится в пределах между 1,90 и 1,91 м, она может составлять и 1,900 и 1,901, и 1,902 и т. д.). В популяции распределение частот таких признаков соответствует кривой нормального распределения. Изменчивость может быть наследуемой или ненаследуемой. Наследуемая изменчивость составляет основу эволюции путем естественного отбора.

Измерение – последовательность экспериментальных и вычислительных операций, осуществляемая с целью нахождения значения физической величины, как характеристика некоторого объекта или явления.

Изомеры – соединения, которые имеют одинаковую молекулярную формулу, но различную структуру. Различают структурные, геометрические, оптические изомеры.

Изотопы – разновидность одного и того же химического элемента. Ядро атомов изотопов содержат одинаковое число протонов, но различаются числом нейтронов. Например, углерод-13–6 протонов и 7 нейтронов, а углерод-14–6 протонов и 8 нейтронов.

Изотропность (от изо и греч. *troros* – свойство) – одинаковость свойств объектов (пространства, вещества и др.) по всем направлениям. Газы, жидкости, а также аморфные вещества являются телами изотропными.

Импульс (количество движения) – импульс тела представляет собой векторную величину, равную произведению массы тела на его скорость и направленную так же, как вектор скорости. Единица измерения в системе единиц СИ – килограммометр в секунду (кг·м/сек.). Закон сохранения импульса следует из законов движения Ньютона и устанавливает, что импульс системы тел остается постоянным, пока на нее не подействует внешняя сила.

Инвариант (от лат. *invariants (invariantis)* – неизменяющийся) – в математике свойство неизменности по отношению к какому-либо преобразованию (условию) или совокупности преобразований, например, площадь какой-либо фигуры, угол между двумя прямыми.

Инерция – это свойство объектов поддерживать состояние покоя или, если они движутся, продолжать движение в том же направлении, пока на них не подействует какая-либо внешняя сила. Это формулировка первого закона движения, данного Исааком Ньютоном. Чтобы привести в движение тело, находящееся в состоянии покоя, к нему надо приложить внешнюю силу, достаточную для того, чтобы преодолеть его инерцию. Чем больше тело, тем большую силу надо приложить. Вторым закон Ньютона утверждает: сила, требуемая для приведения в движение тела, равна его массе, умноженной на ускорение ($F = ma$). Третий закон Ньютона: каждому действию соответствует равное по величине и противоположно направленное противодействие.

Интеграция (от лат. *integer* – целый, восстановленный) – состояние связанности отдельных дифференцированных частей и функций системы, организма в целое, а также процесс, ведущий к такому состоянию. Интеграция научных знаний – восстановление, объединение, восполнение целостного знания из ранее раздробленных частей и элементов.

Интерпретация в широком смысле – истолкование, объяснение, перевод на более понятный язык; в специальном смысле: 1) построение моделей для абстрактных систем

(исчислений) математики и логики; 2) метод гуманитарных наук – истолкование смысла текста в определенной культурно-исторической ситуации его прочтения; 3) авторское музыкальное исполнение.

Инфракрасное излучение (ИК-излучение) – область спектра электромагнитных волн; приблизительный диапазон длин волн 10^{-6} – 10^{-3} м и приблизительный диапазон частот 10^{12} – 10^{15} Гц.

Инстинкт – это генетически детерминированный комплекс фиксированных действий, присущий животным.

Ион – атом, приобретший электрический заряд в результате потери или приобретения электрона.

Ионные связи – химические связи, являющиеся результатом электростатического притяжения между положительно и отрицательно заряженными ионами.

Ископаемое топливо – невозобновляемые источники энергии, вещества, сформировавшиеся миллионы лет назад из останков животных и растений (например, уголь, нефть и природный газ). Все ископаемое топливо состоит из веществ, содержащих углерод и водород, при сжигании образуется диоксид углерода и вода. Ископаемое топливо также содержит небольшие количества серы и азота, которые при сгорании в воздухе образуют кислотные газы. Постоянно увеличивающиеся масштабы сжигания ископаемого горючего приносят ощутимый вред окружающей среде (парниковый эффект, кислотный дождь). Мировые запасы ископаемого горючего сокращаются с каждым годом и не восстанавливаются природой.

К

Катализ (от греч. katalysis – разрушение) – изменение скорости химических реакций под действием веществ (катализаторов), вступающих во взаимодействие с реагирующими веществами, но не входящих в состав образующихся продуктов и остающихся неизменными по окончании реакции.

Квант – в физике – порция энергии, отдаваемая или поглощаемая физической системой.

Квантовая механика – теория физических явлений на очень малых пространственных масштабах.

Кварк – гипотетически фундаментальная частица. Считается, что существует шесть типов («ароматов») кварков: верхний, нижний, странный, очарованный, красивый и истинный. Каждый «аромат» имеет три «цвета» (красный, синий и зеленый). Все 18 типов кварков имеют различные электрические заряды. Три кварка образуют протон, имеющий единичный положительный заряд, или нейтрон (нулевой заряд), а два кварка

(кварк и антикварк) образуют мезон.

Кельвина шкала – шкала температуры, используемая иногда в предпочтении шкале Цельсия. Шкала Цельсия положительна выше точки таяния льда (0°C) и отрицательна ниже ее. Шкала Кельвина (или абсолютная) не имеет отрицательных значений, так как ее нуль (начало отсчета) является абсолютным нулем температур. Единица шкалы Кельвина равна единице шкалы Цельсия. Для перехода от шкалы Цельсия к шкале температуры Кельвина надо прибавить 273, то есть $0^{\circ}\text{C} = 273\text{ K}$, $100^{\circ}\text{C} = 373\text{ K}$.

Кибернетика (от греч. *kybernetike* – искусство управления) – наука об управлении и переработке информации в любых системах (в коллективах людей, в биологических, технических, экономических и других системах).

Кинезис – изменение скорости хаотического движения живых существ в ответ на стимул.

Кинетическая теория – общепринятая теория строения вещества. Она основывается на четырех принципах: 1) все вещество состоит из частиц; 2) частицы непрерывно движутся; 3) частицы притягивают друг друга; 4) температура вещества связана со средней энергией частиц.

Кинетическая энергия – вид энергии, которой обладает движущееся тело. Ее величина зависит от массы m и скорости v следующим образом: кинетическая энергия = $\frac{1}{2}$ масса \times скорость², или $W = mv^2/2$.

Климат (от греч. *klima, klimatos* – наклон (земной поверхности к солнечным лучам)) – многолетний режим погоды, свойственный той или иной местности, определяющийся закономерной последовательностью метеорологических процессов.

Клон – это группа клеток, образовавшаяся из одной родительской клетки в результате ее прямого деления или митотического деления, когда хромосомный набор клеток удваивается, а потом распределяется поровну между дочерними клетками.

Коацервация – возникновение в растворе высокомолекулярных соединительных капель, обогащенных растворенным веществом. Обычно происходит в водных растворах белков и полисахаридов при добавлении электролитов и некоторых органических соединений.

Континуум – непрерывная совокупность (например, всех точек отрезка на прямой), или совокупность всех действительных чисел.

Концентрация – показатель количества твердого вещества, растворенного в жидкости. Обычно выражается в единицах массы (то есть в граммах – г/дм^3 (г/л) или в количестве частиц (то есть молей) в единице объема ($1\text{ моль/дм}^3 = 1\text{ мол. м}$).

Концепция (от лат. *conceptio* – понимание) – система взглядов на те или иные

явления; основная мысль.

Кооперация – объединение и взаимодействие двух и более особей ради выполнения той или иной задачи.

Корпускула (от лат. *corpusculum* – тельце) – частица.

Корпускулярно-волновой дуализм – представление о том, что любые микрообъекты материи (фотоны, электроны, протоны, атомы и др.) обладают свойствами и частиц (корпускул), и волн.

Космогония – в современном понимании раздел астрономии, изучающий происхождение космических объектов и систем.

Космология – область науки, в которой изучается Вселенная как целое и космические системы как ее части.

Космос (от греч. *kosmos* – мир, Вселенная) – космическое пространство со всеми его объектами (синоним Вселенной); включает околоземное, межпланетное и межгалактическое пространство со всеми его объектами; весь мир как единое целое; Природа, Вселенная.

Козволюция – процесс сопряженного развития в рамках одной системы двух и более сложных подсистем, связанный с предъявлением системами друг другу взаимных селективных требований.

Коэффициент полезного действия (КПД) – отношение полезно использованной (превращенной в работу) энергии к общей подведенной к системе (механизму) энергии. КПД является безразмерной величиной и для любого механизма всегда меньше единицы. Обычно КПД выражается в процентах (%):

$$\text{КПД} = \frac{\text{работа (энергия) полезная}}{\text{работа (энергия) полная}} (\times 100).$$

Красная кровяная клетка (эритроцит) – тип клеток крови у позвоночных, осуществляющий перенос кислорода из легких в ткани организма и перенос углекислого газа в обратном направлении. У человека эритроциты имеют форму двояковогнутого диска. Формирование эритроцитов происходит в костном мозге, на ранней стадии они имеют ядро, которое потом исчезает. При недостаточном количестве эритроцитов развивается анемия.

Креационизм – представление о происхождении мира и жизни в результате создания сверхъестественным существом в определенное время.

Лабильность биоритмов – способность биоритмов меняться, эволюционировать.

Лептоны – элементарные частицы со спином $1/2$, не участвующие в сильном взаимодействии. К лептонам относятся электрон, отрицательно заряженный мюон и тяжелый τ -лептон (с массой около двух протонных масс), электронное, мюонное нейтрино и нейтрино, связанное с тяжелым лептоном, и их античастицы.

Лидерство – управление формами поведения членов биосоциальной системы.

Линза – оптический прибор, в котором происходит изменение направления лучей света в результате преломления. В собирающих (выпуклых) линзах лучи света сходятся в точке, называемой фокусом. Собирающие линзы толще в центре, чем на краях. В рассеивающих (вогнутых) линзах лучи света расходятся так, что продолжения всех лучей пересекаются в мнимом фокусе. Рассеивающие линзы тоньше в центре, чем на краях.

Литосфера (от греч. lithos – камень и sphaira – шар) – внешняя твердая оболочка Земли. По современным представлениям литосфера включает земную кору (толщиной в среднем 33 км) и расположенный за ней слой мантии Земли.

Луна – естественный спутник Земли, находящийся на расстоянии 383 000 км, имеет диаметр приблизительно 3460 км, отражает свет, падающий на нее от Солнца. В результате вращения вокруг Земли возникают различные «фазы Луны». Половина Луны освещается все время.

М

Магнит – тело или механизм, который сильно притягивает некоторые металлы (железо, сталь, никель и кобальт) и действует на электрический ток. Постоянные магниты часто изготавливают из железа или стали, а также из некоторых сплавов и керамических материалов. Электромагниты приобретают свойства магнита (намагничиваются) при прохождении по ним электрического тока. Площадь в магните, где проявляются силы притяжения или отталкивания, называется полюсом. Область вокруг магнита, в которой сосредоточены магнитные силы, называется магнитным полем. Закон магнитных сил описывает поведение магнитных полюсов: одноименные полюса отталкиваются, а разноименные притягиваются друг к другу.

Магнитное поле – область, окружающая магнит, в которой проявляются магнитные силы. Магнитное поле имеет три направления (то есть является объемным), но обычно его изображают как имеющее два направления. Магнитное поле представляют серией воображаемых силовых линий. Густота силовых линий характеризует силу магнитного поля, а их направление показывают стрелками. Силовые линии выходят из северного полюса магнита и идут к южному.

Макроэволюция – эволюционные преобразования, ведущие к формированию

таксонов более высокого ранга, чем вид.

Масса – мера количества вещества в теле. Она зависит от числа молекул, из которых оно состоит. Единица массы в системе единиц СИ – килограмм (кг). Масса тела не меняется с изменением тяготения, так что объект будет иметь ту же самую массу и на Земле, и на Луне, в отличие от веса, который изменяется с изменением тяготения.

Медицинская кибернетика – раздел кибернетики, в рамках которого происходит моделирование заболеваний, использование этих моделей для диагностики, прогнозирования и лечения.

Метаболизм (от греч. metabole – перемена, превращение) – обмен веществ и энергии – совокупность процессов превращения веществ и энергии, происходящих в живых организмах, и обмен веществами и энергией между организмом и окружающей средой. Среди метаболических реакций выделяют реакции синтеза веществ (анаболизм) и их разрушения (катаболизм). Под основным обменом (базовым уровнем метаболизма) понимается уровень метаболизма в покое, который определяют путем измерения потребления кислорода. Он соответствует минимальному количеству энергии, необходимому для поддержания жизнедеятельности, и зависит от вида животного, его возраста и пола.

Метагалактика – совокупность звездных систем (галактик), частью которой является все множество (около 1 млрд) галактик, доступных наблюдениям современных телескопов.

Металл – химический элемент, имеющий, как правило, кристаллическую структуру; обладающий такими свойствами, как прочность, твердость, ковкость. Металлы образуют катионы (положительно заряженные ионы); реагируют с кислотами; реагируют с неметаллами; образуют основные оксиды; хорошие проводники тепла и электричества, имеют высокие точки плавления и кипения.

Метан – газообразный алкан с формулой CH_4 . В молекуле метана атомы водорода образуют тетраэдр с атомом углерода в центре. Главная составляющая природного газа также входит в состав нефти. Легко сгорает в избытке воздуха с образованием диоксида углерода и воды. Является промышленным источником водорода.

Метафизика (от греч. meta ta physika – после физики) – философское учение о сверхчувственных (недоступных опыту) принципах бытия. Термин восходит к названию, данному Андроником Родосским (I в. до н. э.) сочинению Аристотеля об умопостигаемых началах бытия. В современной философии термин «метафизика» часто употребляется как синоним философии.

Механицизм – теоретическое направление, сводящее все качественное многообразие форм движения к механическому движению, а законы развития природы и общества – к законам механики.

Микроволны – область спектра электромагнитных волн. Длина микроволн лежит в диапазоне приблизительно от 1 мм до 10 м, а частота – в диапазоне от 10^7 до 10^{12} Гц.

Микроскоп – оптический прибор, который дает увеличенное изображение мелких предметов. Простейший микроскоп (лупа) состоит из одной собирающей линзы. Сложные микроскопы имеют две собирающие линзы и более. Линза, ближайшая к объекту, называется объектной линзой, а линза, ближайшая к глазу, – окулярной линзой (окуляром).

Микроэволюция – совокупность эволюционных процессов, протекающих в популяциях вида и приводящих к изменению генофонда этих популяций и образованию новых видов.

Мим – термин социобиологии, обозначающий единицу культурной передачи, единица подражания в концепции генно-культурной коэволюции.

Молекула – наименьшая частица вещества, которая обладает всеми его химическими свойствами. Она содержит два или более атома, например: O_2 – молекула кислорода, CH_4 – молекула метана.

Молекулярная масса (мол. м.) – масса одной молекулы вещества, рассчитанная путем сложения масс атомов, входящих в состав молекулы. Выражается в атомных единицах массы, например, мол. м. диоксида углерода (CO_2) = $12 + 2 \cdot 16 = 44$.

Молекулярная формула – формула вещества, показывающая количество и тип атомов, входящих в состав молекулы. Такая формула не дает представления о способе, которым атомы связаны между собой (структуре соединения). Например, молекулярная формула воды H_2O , то есть молекула воды, состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Очень часто бывает так, что два вещества с абсолютно разными структурами и химическими свойствами имеют одинаковую молекулярную формулу, например, вещества бутанол и этоксиэтан имеют одинаковую молекулярную формулу $C_4H_{10}O$.

Моль – единица количества вещества, равная количеству атомов или молекул, которое содержится в 12 г углерода. Масса одного моля химического элемента является его относительной атомной массой (выраженной в граммах). Масса одного моля соединения является его относительной молекулярной массой (выраженной в граммах).

Момент силы – величина, характеризующая вращательный эффект силы или пары сил вокруг некоторой точки (центра) или оси. Численно момент силы равен произведению силы F на плечо s (длина перпендикуляра, опущенного из центра на линию действия силы): $T = F \cdot s$. Единица измерения момента силы в системе единиц СИ – ньютон-метр (Н·м). Часто момент силы называют вращающим по часовой стрелке или против часовой стрелки в зависимости от направления действующей силы. Закон сохранения моментов устанавливает, что, когда тело находится в равновесии, сумма

всех действующих сил равна нулю: сумма моментов, вращающих по часовой стрелке, равна сумме моментов, вращающих против часовой стрелки.

Мощность (P) – скорость передачи энергии, или количество произведенной работы в единицу времени. Единица мощности, 1 ватт (Вт) равен мощности в 1 Дж, совершенной за 1 секунду. Ранее как единица мощности использовалась лошадиная сила, 1 лошадиная сила эквивалентна 750 Вт.

Мутация (от лат. *mutatio* – изменение, перемена) – всеобщее свойство живых организмов, лежащее в основе эволюции и селекции всех форм жизни и заключающееся во внезапно возникающем изменении генетической информации, так называемое спонтанное изменение в структуре ДНК. Возникающий в результате новый признак наследуется потомством. Часто мутации оказываются вредными для организма, однако в ряде случаев они приносят пользу. Именно за счет мутаций в популяции возникает изменчивость, являющаяся одной из основ эволюции. Мутации можно спровоцировать искусственно, например с помощью радиоактивного облучения. Искусственное изменение структуры ДНК используется в генной инженерии, с помощью которой возможно, например, получение высокоурожайных сортов растений, устойчивых к болезням.

Н

Наследуемость – относительная доля изменчивости какого-либо признака, определяемая различиями в генотипе.

Научение – адаптивное изменение индивидуального поведения в результате предшествующего опыта.

Научное наблюдение – целенаправленное изучение предметов, опирающееся в основном на чувственные способности (ощущение, восприятие, представление), имеющее итогом фиксацию средствами языка исходных сведений об изучаемом объекте.

Научный метод – совокупность регулятивных принципов, приемов и процедур, функция которых состоит в том, чтобы ориентировать и направлять научный поиск по пути достижения объективной истины.

Научный эксперимент – активный целенаправленный метод изучения явлений в точно фиксированных условиях их протекания, которые могут создаваться и контролироваться самим исследователем. Эксперимент осуществляется на основе теории, определяющей постановку задач и интерпретацию его результатов.

Нейрокибернетика – раздел кибернетики, в рамках которого происходит моделирование процессов переработки информации в нервной системе.

Нейрон (от греч. *neuron* – нерв) – нервная клетка – основная структурная и

функциональная единица нервной системы.

Нейтрино (от итал. *neutrino*, уменьшенное от *neutrone* – нейтрон) – электрически нейтральная элементарная частица с весьма малой (вероятно, нулевой) массой покоя, нулевым магнитным моментом и спином, равным $\frac{1}{2}$ (в единицах $\hbar = h/2\pi$, где h – постоянная Планка).

Неклассическая наука – наименование этапа развития научного знания (с начала XX в.), который характеризуется следующими особенностями: признание того, что истинность теорий относительна; признание равноправия нескольких различающихся теоретических подходов к описанию одного и того же круга физических явлений; в квантовой механике учет условий наблюдения неотъемлем от самой теоретической постановки проблемы; принципиально вероятностный характер квантовой механики; усложнение языка теории и все более высокая математизация физической теории; отказ от наглядности фундаментальных физических представлений.

Неорганическая химия – область химии, посвященная изучению химических элементов и их соединений, что включает химию некоторых соединений углерода, таких как оксиды, карбонаты и гидрокарбонаты металлов, но исключает все органические соединения, такие как спирты, эфиры и углеводы.

Ноосфера (от греч. *noos* – ум, разум и шар) – эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития. Для ноосферы характерна тесная взаимосвязь законов природы с законами мышления и социально-экономическими законами.

Нуклеиновые кислоты – а) класс биополимеров, ответственных за хранение, передачу и воплощение генетической информации; универсальные компоненты всех живых организмов; б) органические вещества, состоящие из моонуклеотидов. В зависимости от входящего в их состав углевода различают рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. В животном и растительном организме нуклеиновые кислоты являются составной частью важнейших белков клеточных ядер и плазмы-нуклеопротеидов.

Нуклоны (от лат. *nucleus* – ядро) – общее название для протона и нейтрона, то есть частиц, из которых построены атомные ядра. Свойства нейтронов и протонов имеют большое сходство. В частности, ядерные силы взаимного притяжения между двумя протонами, двумя нейтронами и между протоном и нейтроном имеют одинаковый характер. Поэтому нейтрон и протон можно рассматривать как два различных «зарядовых состояния» одной и той же частицы – нуклона.

Ньютона законы движения – три основных закона, которые связывают силы и их действия на тела. Они являются основой многих законов физики. Первый закон Ньютона: все тела находятся в состоянии покоя или движутся равномерно (с постоянной скоростью) и прямолинейно, пока на них не подействует внешняя сила, меняющая их состояние. Второй закон Ньютона: произведение массы тела на его

ускорение равно действующей силе – сила = масса × ускорение ($F = ma$). Направление ускорения совпадает с направлением силы. Третий закон Ньютона: если тело А действует на тело В, то тело В действует на А с равной, но противоположно направленной силой. Это часто выражается так: «Действие и противодействие равны и противоположно направлены». Второй закон позволяет определить ньютон Н, единицу силы. 1 ньютон – сила, которая ускоряет массу 1 кг на 1 м в секунду за секунду.

О

Обратная связь – 1) метод управления устройством, в котором часть выходного сигнала снова направляется на вход устройства. Усилитель – это устройство, в котором выходной сигнал имеет ту же форму, что и сигнал на входе, но он больше входного по амплитуде или величине. Отношение амплитуд выходного и входного сигналов называется коэффициентом усиления устройства. Обратная связь в усилителях может быть использована для управления величиной его коэффициента усиления. В промышленных процессах обратная связь используется для обеспечения необходимого качества производимых изделий. Например, толщина выпускаемой бумаги отслеживается (контролируется) изменением количества бета-частиц, которые проходят сквозь нее от источника бета-излучения. Если количество бета-частиц возрастает, бумага является слишком тонкой, если уменьшается, бумага толще, чем необходимо. Данная информация непрерывно поступает на вход устройства управления прокатными валками. Оно автоматически изменяет силу прижатия валков так, чтобы сохранять в требуемых пределах толщину выпускаемой бумаги; 2) многие биохимические процессы контролируются с помощью механизма обратной связи; при этом ход реакции регулируется ее продуктом. Например, тиреотропный гормон (ТТГ), секретируемый гипофизом, регулирует количество гормона тироксина, вырабатываемого щитовидной железой. Высокий уровень тироксина в организме подавляет выделение ТТГ; вследствие этого уровень секреции тироксина снижается. В случае низкого содержания тироксина в организме выделяется больше ТТГ, и секреция тироксина усиливается. Другие примеры регуляции по принципу обратной связи: поддержание водного баланса в организме с участием антидиуретического гормона (АДГ), контроль уровня сахара в крови с помощью гормона инсулина.

Объяснение – процедура и результат выявления, раскрытия связей между объектами объяснения и другими объектами.

Озоновый слой – область атмосферы, расположенная примерно в 30 км над поверхностью Земли и обогащенная озоном (газ озон является аллотропом кислорода и содержит три атома кислорода (O_3)). Этот слой защищает Землю от большей части ультрафиолетового излучения. Появление в озоновом слое дыр позволяет чрезмерно большому количеству ультрафиолетового излучения попадать на Землю. Считается, что ответственны за это хлорфторкарбоны (CFC), используемые в качестве распылителей в аэрозолях и во многих промышленных процессах. Некоторые CFC диффундируют в озоновый слой, они очень инертны при обычных условиях, однако в присутствии

солнечного света реагируют с озоном, таким образом, разрушая его.

Окружающая среда – общее название внешних условий, в которых существуют организмы. Окружающая среда состоит из двух компонентов: а) абиотические факторы (факторы неживой природы), например, температурный или световой режимы; б) биотические факторы (факторы живой природы), например, наличие или отсутствие хищников или паразитов и т. д. Совокупность этих факторов характеризует данное местообитание и составляет основу для отбора сообществ организмов, наиболее приспособленных к существующим условиям.

Онтогенез (от греч. ontogenesis; on,ontos – сущее и genesis – зарождение, происхождение) – процесс индивидуального развития организма, представляющий собой совокупность закономерных, взаимосвязанных, характеризующихся определенной временной последовательностью морфологических, физиологических и метаболических преобразований в организме от момента его обособления как индивидуальности до смерти или прекращения существования в прежнем качестве (например, в результате деления одноклеточного организма).

Описание – в науке процесс и результат фиксации данных эксперимента или наблюдения с помощью определенных систем обозначения.

Орбита – путь, по которому движется небесное тело в поле тяготения другого небесного тела. Например, Луна движется по орбите вокруг Земли в поле тяготения Земли. Центральное силовое поле непрерывно направляет объект вперед (скорость объекта направлена по касательной в каждой точке орбиты), не позволяя, таким образом, ему двигаться по силовым линиям (по радиусу). Объект обладает в таком случае и потенциальной, и кинетической энергией.

Органическая химия – это отрасль химии, изучающая соединения углерода, за исключением карбонатов, гидрокарбонатов, диоксида углерода и т. д.

Органогены – главные химические элементы, входящие в состав органических веществ: углерод, кислород, водород, азот, фосфор, сера.

П

Панспермия – гипотеза о возможности переноса жизни во Вселенной с одного космического тела на другое. Согласно панспермии рассеянные в мировом пространстве зародыши жизни (споры микроорганизмов) случайно переносятся с одного небесного тела на другое с метеоритами или под действием давления света (концепция ненаправленной панспермии) или целенаправленно переносятся разумными существами (концепция направленной панспермии).

Парадигма (от греч. paradeigma – пример, образец) – а) понятие античной и средневековой философии, характеризующее сферу вечных идей как первообраз,

образец, в соответствии с которым бог-демиург создает мир сущего; б) в философии науки исходная концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения, методов исследования, господствующих в течение определенного исторического периода в научном обществе; б) образец, таблица формоизменения одного и того же слова в каком-либо языке, например, парадигма 2-го склонения, 2-го спряжения.

Парниковый эффект – эффект, обусловленный тепловым излучением от Земли, отраженным обратно в атмосферу. Некоторые ученые полагают, что за последнее столетие температура земного шара немного повысилась, что вызвано увеличением концентрации диоксида углерода в атмосфере. Земля получает тепловое излучение от Солнца. Часть его поглощается Землей и переизлучается обратно в космос на большей длине волны. Атмосфера отражает некоторую часть переизлученного излучения обратно на Землю, не выпуская его в открытое пространство. Чем больше диоксида углерода содержится в атмосфере, тем больше теплового излучения отражается обратно к Земле, следовательно, тем больше тепла получает Земля. Увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере происходит в результате сгорания все большего количества полезных ископаемых и крупномасштабного уничтожения лесов во многих районах мира (меньше растительности – меньше диоксида углерода участвует в фотосинтезе). Подобный эффект происходит в парнике, стекло отражает переизлученное тепло обратно в теплицу (парник); поэтому данный эффект и получил такое название.

Парсек (от сокращения слов «параллакс» и «секунда») – внесистемная единица длины, применяемая в астрономии. Парсек (пк) равен расстоянию, с которого полудиаметр земной орбиты виден под углом в 1" (одну секунду), или расстоянию до звезды, параллакс которой равен 1". $1 \text{ пак} = 3,260 \text{ световых лет} = 3,0857 \cdot 10^{16} \text{ м}$.

Паскаль (Па) – единица измерения давления в системе единиц СИ ($1 \text{ паскаль} = 1 \text{ ньютон/м}^2$).

Период полураспада ($T_{1/2}$) – промежуток времени, за который количество радиоактивных ядер в среднем уменьшается в два раза (то есть по экспоненте). Период полураспада является одной из основных характеристик радиоактивных изотопов и элементарных частиц.

Периодическая система химических элементов – упорядоченная система элементов, согласно которой свойства элементов, а также их соединений являются периодическими функциями их атомных весов. В 1920-х годах было установлено, что ключевым моментом является не атомный вес, а атомный номер. Создана Д. И. Менделеевым на основании информации о 63 известных в то время элементах. В измеримых количествах в земной коре представлены 92 химических элемента, с 93-го по 109-й – синтезированы в лаборатории. Существует примерно 17 миллионов химических соединений, которые образуются из химических элементов.

Плазма (четвертое состояние вещества) – смесь свободных электронов и ионов или

атомных ядер, возникающая в термоядерных реакциях.

Плазмида – небольшая самореплицирующаяся кольцевая молекула ДНК, отделившаяся от бактериальной ДНК. В нормальных условиях не может существовать вне клетки бактерии, в лабораторных условиях используется в генной инженерии для переноса фрагментов ДНК в другой организм.

Плотность (плотность вещества) – физическая величина, определяемая массой, деленной на объем. В системе единиц СИ единица измерения плотности – килограмм на кубический метр (кг/м^3), хотя часто используется г/см^3 . Плотность воды равна 1000 кг/м^3 (что равно 1 г/см^3). Объем твердых тел и жидкостей мало меняется с изменением температуры и давления, поэтому их плотность остается довольно постоянной. Плотность газов, наоборот, значительно меняется в зависимости от температуры и давления.

Поведение – это способ связи физиологии живого организма с его средой обитания, взятый в динамике их развития и взаимодействия.

Погода – состояние метеорологических условий в данное время (совокупность лучистой энергии, космического излучения, атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, облаков, тумана, осадков, аэрохимических, электрических и магнитных явлений в атмосфере).

Поглощение – потери излучаемой энергии. Когда излучение, распространяющееся в одной среде, падает на границу раздела с другой, с ним может происходить следующее: а) оно может возвращаться в первую среду – это называется отражением; б) оно может распространяться в новом направлении через вторую среду – это называется преломлением; в) оно может исчезнуть во второй среде – это называется поглощением. Когда поверхность поглощает излучение, энергия переходит в другие виды, в большинстве случаев – в тепловую энергию: температура поглощающей среды повышается.

Познание – процесс погружения человеческого интеллекта в действительность, который осуществляется для получения знаний.

Полимеры (от греч. *polymeres* – состоящий из многих частей, многообразный; *poly* – много и *meros* – доля, часть) – соединения с высокой молекулярной массой, молекулы которых состоят из большого числа регулярно или нерегулярно повторяющихся звеньев одного или нескольких типов. Полимеры могут быть природными (биополимеры), такими как крахмал или целлюлоза, или синтетическими, такими как нейлон или полиэтилен.

Поляризация – установление направления колебаний в поперечной волне в одной плоскости. В поперечной волне направление колебаний перпендикулярно направлению распространения волны. Существует много различных направлений, в которых это

может происходить. Подобно всем электромагнитным волнам, свет тоже может быть поляризован. Некоторые солнцезащитные стекла, поляризующие проходящий через них свет, снижают его «ослепляющий» эффект. Некоторые минералы приобретают характерный цвет под действием поляризованного света, и это используют для их идентификации.

Популяция (от позднелат. *populatio*; лат. *populis* – народ, население) – а) сообщество особей одного вида, способных к свободному скрещиванию и обладающих общим генофондом; б) в цитологии, гистологии и микробиологии – объединение однородных групп клеток, имеющих общее происхождение от одной клетки или группы клеток в культуре тканей; в) форма существования вида в конкретных условиях среды; в этом качестве она выступает как самостоятельная биологическая система, функцией которой является сохранение и воспроизведение вида в данных условиях.

Постнеклассическая наука – по мнению ряда философов науки, современный этап развития науки, отличающийся следующими чертами: выдвижение на первый план междисциплинарных, комплексных и проблемно ориентированных форм исследований; формирование особых способов описания и предсказания возможных состояний развивающегося объекта; применение методов исторической реконструкции объекта, сложившихся в гуманитарном знании; результаты экспериментов с объектом, находящимся на разных этапах развития, могут быть согласованы только с учетом вероятностных линий эволюции системы; отсутствие свободы выбора эксперимента с системами, в которые непосредственно включен человек; современные способы описания объектов предполагают введение аксиологических факторов в содержание и структуру способа описания (этика науки, социальная экспертиза программ и др.).

Постулат (от лат. *postulatum* – требуемое) – предпосылка, допущение, суждение, принимаемое без доказательств в качестве исходного положения какой-либо теории.

Потенциальная энергия – часть механической энергии, зависящая от взаимного расположения частиц системы и их положения во внешнем силовом поле. Например, вода на вершине плотины обладает потенциальной энергией. Когда вода падает, потенциальная энергия превращается в кинетическую энергию. Потенциальная энергия может быть также запасена как упругая, химическая или электрическая энергия.

Предмет науки – совокупность природных объектов или феноменов, порожденных человеком, на которую направлена мысль исследователя.

Презентизм (от англ. *present* – настоящее время, современность) – традиция изучения истории науки, ключевым признаком которой является стремление рассказать о прошлом языком современности.

Преломление – изменение направления распространения волны при прохождении через границу раздела двух сред, различающихся значениями скорости распространения волны. Если направление распространения светового луча не меняется, преломления не происходит. Два закона преломления света позволяют определить, где будет

располагаться данный падающий луч после преломления в точке падения. Углы отсчитываются от нормали или перпендикуляра к границе раздела сред в точке падения: а) преломленный луч всегда лежит в той же плоскости, что и падающий луч и нормаль к границе раздела в точке падения; б) для двух данных сред значение угла падения (i), деленное на значение угла преломления (r), постоянно (закон Снелля). Эта постоянная называется относительным показателем преломления среды (n). Он связан со скоростью распространения света в двух средах. При переходе светового луча из оптически менее плотной среды в более плотную он испытывает более сильное преломление. Это связано с изменением скорости распространения света. Когда свет переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, справедливо обратное. Свет от погруженного в воду предмета, пройдя через воду, выходит в воздух, испытывая преломление на границе раздела сред. Это приводит к тому, что предмет кажется находящимся на меньшей глубине, чем есть на самом деле. Волны, образующиеся в воде, преломляются только при переходе их на другую глубину.

Прерывистое равновесие – одна из концепций макроэволюции, разработанная в 1972 г. Н. Эдриджем и С. Дж. Гоулдом. Суть концепции – в геологической истории Земли чередуются долгие периоды незначительных эволюционных изменений и короткие (в геологическом измерении) периоды резких скачков темпов эволюции. Рассматривается либо как альтернатива, либо как дополнение к модели плавной эволюции, предлагаемой в неodarвинизме.

Признак – любая особенность организма как в его внешнем облике, так и во внутреннем строении (выделяют качественные и количественные признаки). Качественные признаки есть признаки альтернативные – с четким различием в фенотипе, передающиеся потомству так, как будто они определяются одним или двумя дискретными генами. Очень часто, но не всегда на проявление таких признаков среда не влияет. В отличие от качественных признаки фенотипы количественных признаков не дискретны, а образуют непрерывный ряд с разной степенью проявления какого-то свойства. По этим признакам особи не распадаются на отдельные группы, например, высокие – низкие, морозостойкие – неморозостойкие, вместо этого встречаются все промежуточные формы. Кроме этого эти признаки нередко подвержены сильному влиянию среды. Признаки, по которым нормальные особи в популяции отличаются друг от друга, в основном имеют количественную природу и представляют большой практический интерес: к таким признакам относится, например, молочная продуктивность у коров, урожайность пшеницы, уровень интеллекта у человека и многое другое. Точный механизм наследования таких признаков до конца неясен. Генетика количественных признаков составляет особый раздел науки о наследственности.

Принцип неопределенности – фундаментальное положение квантовой теории, утверждающее, что любая физическая система не может находиться в состояниях, в которых координаты ее центра инерции и импульс одновременно принимают вполне определенные, точные значения. Количественная формулировка: если Δx – неопределенность значения координаты x , а (p_x) – неопределенность проекции импульса

на ось x , то произведение этих неопределенностей должно быть по порядку величины не меньше постоянной Планка \hbar . Аналогичные неравенства должны выполняться для любой пары так называемых канонически сопряженных переменных, например для координаты y и проекции импульса p_y на ось y , координаты z и проекции импульса p_z . Если под неопределенностями координаты и импульса понимать среднеквадратичные отклонения этих физических величин от их средних значений, то Н. с. имеют вид:

$$\Delta p_x \Delta x \geq \hbar/2, \Delta p_y \Delta y \geq \hbar/2, \Delta p_z \Delta z \geq \hbar/2.$$

Из принципа неопределенности следует, что чем точнее определена одна из входящих в неравенство величин, тем менее определенным является значение другой. Никакой эксперимент не может привести к одновременно точному измерению таких динамических переменных; при этом неопределенность в измерениях связана не с несовершенством экспериментальной техники, а с объективными свойствами материи. Принцип неопределенности, открытый в 1927 г. В. Гейзенбергом, явился важным этапом в уяснении закономерностей внутриатомных явлений и построении квантовой механики.

Прион – форма белка или дефектный белок, вызывающий превращение родственных белковых молекул в такие же прионы. Является причиной ряда дегенеративных нарушений в мозге, в частности, «коровьего бешенства», которое у человека носит название болезни Крейтцфельда-Якоба.

Прогноз (от греч. *prognosis* – предвидение, предсказание) – первоначально предсказание хода болезни, затем вообще всякое конкретное предсказание, суждение о состоянии какого-либо явления в будущем, описание тех или иных явлений природы, общественной жизни, психических состояний, которые отсутствуют или неизвестны в настоящий момент, но могут возникнуть или быть изучены и открыты в будущем.

Прокариоты (от лат. *pro* – вместо и греч. *karyon* – ядро) – группа микроскопических, главным образом одноклеточных, существ, основным признаком которых является отсутствие «истинного» ядра, отграниченного от цитоплазмы мембраной.

Пространство – наряду со временем форма существования материи. Пространство определяет взаимное расположение одновременно существующих объектов друг относительно друга и их относительную величину (расстояние и ориентацию) неотделимо от материи.

Психологическая кибернетика – раздел кибернетики, который моделирует психику на основе изучения поведения животных.

Пульсары (от англ. *pulsars*, сокр. от *Pulsating Sources of Radioemission* – пульсирующие источники радиоизлучения) – слабые космические источники излучения, наблюдаемого в виде периодических всплесков (период очень медленно возрастает).

Равновесие – а) в механике такое сочетание противоположных сил, когда тело, на которое они действуют, не изменяет своего положения, или равнодействующая приложенных к телу сил равна нулю. Различают устойчивое равновесие (центр тяжести вертикально ниже точки опоры), неустойчивое равновесие (центр тяжести выше точки опоры); б) в химии состояние баланса между противоположными реакциями. При обратимой реакции реакция протекает в обоих направлениях, например, $3\text{Fe (т)} + 4\text{H}_2\text{O (г)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ (т)} + 4\text{H}_2$. Реагенты, железо и пар, образуют оксид железа и водород. Как только эти вещества образуются, они начинают реагировать друг с другом, образуя опять железо и пар. В конце концов достигается такое состояние, когда скорость прямой \rightarrow реакции равна скорости \leftarrow обратной. В этот момент соотношение четырех веществ равняется константе, и как будто никаких реакций не происходит. Прямая и обратная реакции находятся в динамическом равновесии.

Радиация – термин, который описывает все способы излучения энергии атомов в виде рентгеновских лучей, гамма-излучений, нейтронов или заряженных частиц.

Радиоактивность – распад нестабильных ядер на более стабильные осколки. Во время деления ядер энергия переходит к продуктам деления, которые движутся, следовательно, обладают кинетической энергией. Существует несколько форм радиоактивности: а) альфараспад состоит в появлении α -частиц. α -частица (α -частица) – ядро гелия – имеет массу, равную четырем а. е. м. Когда родительское ядро X превращается в дочернее ядро Y, масса Y на четыре единицы меньше, чем масса X, а число протонов меньше на два; б) существует несколько видов β -распада. В наиболее общем случае нейтрон в родительском ядре превращается в протон и электрон, бета-частицу, которая испускается; в) гамма-излучение (γ -излучение) появляется в результате простого изменения энергетической структуры ядра; г) в случае реакции деления родительское ядро распадается на два меньших дочерних с испусканием нескольких нейтронов. Происходит ядерная цепная реакция; д) несколько нестабильных ядер становятся более стабильными при испускании протонов. Во всех случаях дочерние ядра тем не менее могут быть радиоактивными и иметь другую форму радиоактивности, чем родительские ядра. По этой причине трудно получить чистый источник какого-либо одного вида радиоактивного излучения.

Радиоволны – область спектра электромагнитных волн. Примерная длина волн лежит в диапазоне $10\text{--}10^6$ м и примерная область частот $10^2\text{--}10^7$ Гц. Наиболее важная область использования радиоволн – телекоммуникация. Главные используемые диапазоны радиоволн: НЧ (низкая частота) – $10^4\text{--}10^3$; СЧ (средняя частота) – $10^3\text{--}10^2$; ВЧ (высокая частота) – $10^2\text{--}10$; СВЧ (сверхвысокая частота) – $10\text{--}1$; УВЧ (ультравысокая частота) – $1\text{--}0,1$. Часть диапазонов СВЧ и УВЧ относится к области микроволн электромагнитного спектра, однако часто их включают в радиодиапазон, так как они используются в телекоммуникации. Радиосвязь может осуществляться с помощью ионосферы, области верхней атмосферы на высоте от 40 до 400 км над Землей.

Большинство частиц воздуха в ионосфере ионизованы главным образом под действием ультрафиолетового излучения Солнца. Ионизованные слои отражают радиоволны. Радиоволны с длиной волны менее 10 м используются для передачи телевизионных программ. Они не отражаются ионосферой, и передача телевизионных сигналов по всему земному шару происходит при отражении от надлежащим образом установленных спутников.

Растворимость – показатель способности вещества растворяться в растворителе. В общем случае растворимость конкретного вещества возрастает с увеличением температуры растворителя. В полярных растворителях ионное соединение будет обладать большей растворимостью, чем ковалентное. Например, хлорид натрия в воде растворяется гораздо лучше метана. Растворимость обычно измеряют в граммах растворимого вещества на 100 г растворителя при оговоренной температуре. Также могут быть использованы и другие единицы, такие как моль/л или моль/100 г.

Расширение (тепловое) – изменение размера тела вследствие изменения температуры. Исходя из кинетической теории нагрев тела вызывает повышение средней энергии частиц, то есть частицы движутся быстрее и стремятся занять большее пространство. Этот эффект наибольший для газов. Все газы расширяются на примерно одинаковую величину при данном изменении температуры. Твердые тела и жидкости расширяются значительно меньше. Тепловое расширение широко используется в термометрах и термостатах. Оно может также вызывать проблемы в устройстве часов, дорог и мостов.

Рациональный (от лат. *rationalis* – разумный, *ratio* – разум) – а) направление в теории познания, признающее разум, абстрактное мышление высшим источником знания и критерием его истинности; б) в архитектуре – направление в зарубежной архитектуре XX в., возникшее во Франции (Ш. Э. ле Корбюзье и его школа), близкое к функционализму в других странах. Рационализм сформировался в 20-х годах XX в. в результате стремления освоить в архитектуре новые достижения науки и техники, а также сделать архитектуру инструментом социальной перестройки общества.

Редукционизм – а) в психологии осознаваемая или неосознаваемая установка, направленная на сведение явлений одного порядка к явлениям качественно иного порядка; б) в науке в целом методологический принцип, согласно которому высшие формы материи могут быть полностью объяснены на основе закономерностей, свойственных низшим формам.

Реликтовое излучение – фоновое космическое излучение, спектр которого близок к спектру черного тела, с температурой около 3К. Наблюдается на волнах от нескольких миллиметров до десятков сантиметров, практически изотропно.

Рентгеновские лучи (х-лучи) – область спектра электромагнитных волн в диапазоне длин волн приблизительно 10^{-12} – 10^{-10} м и частот приблизительно 10^{18} – 10^{21} Гц. Х-лучи создаются горячими (с высокой энергией) электронами в металлах. Это излучение

обладает высокой проницающей способностью, и оно легко проходит через тело, но останавливается в костях и других плотных средах.

Репликация – удвоение молекулы ДНК, ее самокопирование, последующее деление на две с идентичной ДНК (ДНК разделяется на две цепи из нуклеотидов, свободно плавающих в клетке, вдоль каждой цепи формируется вторая).

Репродуктивные технологии – совокупность медико-биологических процедур, направленных на решение проблемы бесплодия (искусственная инсеминация, экстракорпоральное оплодотворение и имплантация эмбриона в полость матки, суррогатное материнство).

Ресурсы – продукты, доступные в пределах данной территории. Например: а) количество пищи, которую здесь можно вырастить; б) обнаруженные минеральные отложения; в) доступные источники энергии в виде угля, нефти, природного газа и т. д.

Ритмические изменения – колебательные процессы, приводящие к воспроизведению биологического явления или состояния биологической системы через приблизительно равные промежутки времени.

С

Самоорганизация – а) процесс, в ходе которого создается, воспроизводится или совершенствуется организация сложной динамической системы. Процессы саморганизации могут иметь место только в системах, обладающих высоким уровнем сложности и большим количеством элементов; б) способность управления собой любой биологической единицы (клетка, ткани, вирусы, бактерии т. д.)

Самопроизвольное спонтанное зарождение жизни – концепция возникновения жизни, согласно которой жизнь возникала или возникает неоднократно из неживого вещества за крайне ограниченные промежутки времени.

Сверхпроводимость – состояние, в котором многие металлы, сплавы, органические соединения и керамические вещества проводят электрический ток без сопротивления, находясь при низких температурах. Явление открыл голландский физик Х. Камерлинг-Оннес в 1911 г., современную физику сверхпроводимости разработали американские физики Дж. Бардин, Л. Н. Купер, Дж. Р. Шриффер. Их теория утверждает, что сверхпроводимость возникает в определенных веществах вследствие того, что электроны в них образуют пары, а не остаются свободными. Вместо того чтобы сталкиваться с неоднородностями и рассеиваться, такие пары электронов могут легко протекать вокруг неоднородностей и при этом не теряют свою энергию (Нобелевская премия по физике 1972 г.). Й. Г. Беднорц и К. А. Мюллер открыли керамическое вещество, которое становится сверхпроводимым при температуре 35K (– 238°C) – Нобелевская премия по физике 1987 г.

Свет, видимое излучение – область спектра электромагнитных волн, воспринимаемая человеческим глазом. Длины световых волн лежат в диапазоне 400–760 нм. Цвет видимого излучения определяется длиной волны. Подобно всем волнам, свет может испытывать поглощение, отражение, преломление, дифракцию и демонстрировать интерференцию. В вакууме скорость световых волн, как и скорость других электромагнитных волн, составляет 300 000 000 м/с (скорость света).

Свойства – характерные черты и поведение вещества, делающие его тем, что оно есть, отличающие его от других веществ. Свойства часто делятся на физические и химические. Химические свойства относятся к химическим реакциям вещества. Химические свойства показывают, что вещество: является металлом или неметаллом; образует кислотные или щелочные оксиды; имеет или нет больше одной валентности; реагирует или нет с кислотами; является окисляющим или восстанавливающим агентом. К физическим свойствам относятся: цвет, плотность, физическое состояние, точка кипения, точка плавления, растворимость.

Связь – а) то, что связывает, соединяет что-нибудь с чем-нибудь, отношение, создающее что-нибудь общее между объектами, явлениями; взаимная зависимость, обусловленность (например, связь науки и практической деятельности); б) химическая связь, которая удерживает атомы вместе в составе молекул и макроструктур. Связи формируются между атомами с помощью электронов. Некоторые атомы теряют или приобретают электроны, образуя ионы и, таким образом, ионные связи. Другие атомы делят пары электронов, образуя ковалентные связи.

Сила (F) – сила изменяет движение объекта, заставляя его двигаться более или менее быстро и/или меняя направление его движения. Единица измерения силы – ньютон (Н); один ньютон – это сила, которая ускоряет один килограмм на один метр в секунду за секунду. Законы движения Ньютона связывают силы с их действием и приводят к следующему выражению: сила = масса \times ускорение ($F = ma$). Некоторые эффекты, происходящие под действием сил: тяготение, магнетизм – действие сил притяжения между разноименными полюсами магнитов (N и S) и отталкивания между одноименными полюсами (N и N или S и S); электричество – притяжение разноименных зарядов (+ и –) и отталкивание одноименных (+ и + или – и –). Эти силы действуют между объектами на расстоянии посредством полей. Но многие силы действуют на тела при контакте между ними. Это происходит, например, при трении, при давлении тел друг на друга.

Система (от греч. systema – целое, составленное из частей; соединение) – комплекс взаимодействующих элементов.

Система единиц СИ – единицы, в которых обычно проводят научные измерения (международная система единиц). Она включает семь основных единиц, например, длина – метр (м), масса – килограмм (кг), время – секунда (с). Другие производные единицы получаются из основных: объем – кубический метр (м³), плотность – килограмм на кубический метр (кг/м³), ускорение – метр в секунду за секунду (м/с²).

Некоторые производные единицы довольно сложные и имеют специальные наименования, например, производная единица давления – килограммометр в секунду за секунду на квадратный метр (кгм/с^2)/ м^2 . Более просто это называется паскаль (Па). Наименования десятичных кратных и дольных единиц можно образовать при помощи специальных приставок: микро (мк) = 10^{-6} (1/1 000 000); милли (м) = 10^{-3} (1/1000); кило (к) = 10^3 (1000); мега (М) = 10^6 (1 000 000). Например, 1 мм = 10^{-3} м; 1000 мм = 1 м.

Синергетика (от греч. synergia – содействие, сотрудничество) – а) взаимодействие различных биохимических и физиологических процессов, отдельных элементов (частей) целого организма, направленное на достижение оптимального в данный момент конечного приспособительного эффекта; б) наука о самоорганизации в неравновесных открытых системах любой природы – физической, биологической, общественной.

Синтез (от греч. synthesis – соединение, составление) – а) в химии – получение сложных соединений из более простых; особенно большое значение имеет в органической химии; на основе органического синтеза возникли и развились крупнейшие отрасли промышленности: красителей, пластмасс, синтетических каучуков и др.; б) в науке в целом метод исследования, состоящий в теоретическом или экспериментальном воссоздании целого из его составных частей.

Скорость (V) – отношение длины пути, который проходит объект, к времени его движения. Используемая единица измерения скорости – метр в секунду (м/с). Вектор скорости направлен по касательной к траектории в сторону движения объекта. Модуль скорости равен пути s , который проходит объект за время t , деленному на это время: $v = s/t$.

Скорость звука – скорость распространения в веществе упругой волны. Зависит от упругости среды и плотности. Плотность и упругость твердых тел и жидкостей значительно выше плотности газов, следовательно, скорость звука в газах наименьшая. Скорость звука в некоторых веществах увеличивается с температурой. Тела, движущиеся в воздухе со скоростью, большей, чем скорость звука, обладают сверхзвуковой скоростью, и перед ними образуется ударная волна.

Скорость реакции – скорость, с которой протекает реакция. Зависит от нескольких факторов: а) температура – чем выше температура, тем быстрее реакция, так как частицы двигаются с большей энергией; б) размер частиц – чем меньше частицы, участвующие в реакции, тем больше общая площадь поверхности, доступной для реакции, соответственно тем быстрее реакция; в) концентрация – чем больше концентрирован раствор (или чем выше давление газа), тем больше частиц находится в единице объема. Чем больше частиц доступно для реакции, тем быстрее она будет протекать; г) катализаторы – эти вещества меняют скорость реакции за счет добавления альтернативного пути прохождения реакции.

Скорость света – скорость света в вакууме – 299 792 км/с. Электромагнитные волны

в пространстве распространяются со скоростью света. В веществе они движутся более медленно со скоростью, которая зависит от природы вещества и длины волны.

Смерть человека – необратимая деструкция и (или) дисфункция критических систем организма, т. е. систем незаменимых ни сейчас, ни в будущем искусственными биологическими, химическими или электротехническими системами.

Спектр – полный диапазон длин волн, содержащийся в пучке электромагнитного излучения.

Смесь – два (или более) вещества, находящиеся в одном сосуде, но не связанные химически. Некоторые свойства смесей: а) соотношение веществ в смеси можно варьировать; б) при образовании смеси не происходит поглощения или выделения энергии; в) свойства смеси являются суммой свойств ее компонентов; г) смеси могут быть разделены физическими методами.

Согласие информированное – общий принцип для всех кодексов, касающихся экспериментов над человеком и медико-биологических вмешательств в физическую и психическую целостность человека, призванный обеспечить уважение автономии пациента. Принцип информированного согласия пациентов провозглашает право каждого гражданина в доступной для него форме получить имеющуюся информацию о состоянии своего здоровья, включая сведения о результатах обследования, наличии заболевания, его диагнозе и прогнозе, методах лечения, связанном с ними риске, возможных вариантах медицинского вмешательства, их последствиях и результатах проведенного лечения. Ведутся дискуссии относительно условий и полноты применения принципа информированного согласия к отдельным категориям пациентов (психически больные люди, дети, заключенные и прочие категории).

Соединение – чистое вещество, состоящее из атомов двух или более элементов, химически связанных вместе. Свойства соединений очень отличаются от свойств элементов, из которых они состоят, например, натрий представляет собой ядовитый металл, вступающий в бурную реакцию с водой, хлор – ядовитый газ с удушающим запахом, однако хлорид натрия используется в приготовлении пищи и необходим для жизни. Атомы удерживаются в соединении либо ионными, либо ковалентными связями: например, метан CH_4 , вода H_2O , хлорид натрия NaCl .

Солнце – звезда в центре Солнечной системы. Солнце является источником большей части энергии, приходящей на Землю в виде тепла и света. Земная ось наклонена к плоскости орбиты по углом $66,5^\circ$. Наклон оси ответствен за: а) изменение высоты Солнца над горизонтом в полдень в течение года. Солнце имеет наибольшую высоту в полдень 21 июня (летнее солнцестояние) и наименьшую высоту 22 декабря (зимнее солнцестояние); б) изменение долготы дня (и ночи) в течение года. Самый длинный день – 21 июня и самый короткий день – 22 декабря; в) четыре времени года.

Сопротивление (R) – сопротивление элемента электрической цепи или части ее движению заряда (току I). Единица измерения сопротивления Ом. Ток I в

металлическом проводнике при постоянной температуре пропорционален электрическому напряжению U на его концах, $I \sim U$ (закон Ома). Сопротивление R определяется исходя из этого: $R = U/I$ (видоизмененное уравнение $U = IR$, $I = U/R$). Почти все компоненты электрической цепи обладают сопротивлением. Так как они сопротивляются току, выделяемая энергия приводит к повышению температуры. Мощность P определяется скоростью изменения энергии и выражается формулой: $P = UI$ ($= U^2/R$ или I^2R). Сопротивление часто зависит от температуры. Для большинства металлов увеличение температуры ведет к увеличению сопротивления R . В полупроводниках, углероде и изоляторах, с ростом температуры сопротивление R уменьшается. Резисторы могут быть включены в цепь последовательно и параллельно. Когда они включены последовательно, общее сопротивление дается формулой: $R = R_1 + R_2 + R_3$. Когда сопротивления соединены параллельно, общее сопротивление R дается формулой: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$.

Состояние вещества – вещество может находиться в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном, переходы между которыми обычно сопровождаются скачкообразными изменениями плотности, энтропии и других физических свойств. Состояние, в котором находится данное вещество, зависит от температуры и давления, действующего на него. Не все вещества существуют во всех агрегатных состояниях. Начальные буквы (т) = твердое тело, (ж) = жидкость, (г) = газ иногда используются в химических уравнениях, чтобы указать состояние, в котором находятся реагенты и продукты реакций, т. е. $2\text{Na(т)} + 2\text{H}_2\text{O(ж)} \rightarrow 2\text{NaOH(водн)} + \text{H}_2(\text{г})$.

Сохранение энергии – принцип, состоящий в том, что полная энергия изолированной системы остается постоянной. Это основной закон физики, заключающийся в том, что энергия не возникает из ничего и не исчезает, а переходит в другие виды; энергия, потерянная одним телом, равна энергии, приобретенной другим. Этот закон был дополнен Эйнштейном, который доказал, что масса объекта и энергия связаны между собой. Эта связь может быть выражена следующим уравнением:

$$E = mc^2.$$

Энергия, выделяющаяся в ядерных реакциях деления и синтеза, есть результат изменения массы атомных ядер. Закон сохранения массы и энергии заключается в том, что сумма массы и энергии изолированного тела остается постоянной.

Социальная кибернетика – наука, в которой используются методы и средства кибернетики в целях исследования и организации процессов управления в социальных системах.

Социальное поведение – все те формы поведения, которые порождены существованием животных в сообществах и направлены на сохранение и процветание сообществ.

Спектр – тип графика, на котором показано, как различные виды излучения связаны с длиной волны (и энергией). Например, электромагнитные волны расположены в электромагнитном спектре. Видимый свет является частью этого спектра.

Спин (от англ. *spin* – вращаться, вертеться) – собственный механический момент импульса (количества движения) электрона или других элементарных частиц (позитронов, нейтронов, протонов и др.), обусловленный их квантовой природой. Спин играет большую роль в процессах, происходящих внутри атома и атомного ядра. От величины спина существенно зависят свойства элементарных частиц.

Стволовые клетки – клетки, образующиеся из тотипотентных клеток эмбриона на ранних стадиях его развития, обладающие способностью превращения в любой тип клеток, существующих во взрослом организме.

Стиль научной рациональности – постоянная апелляция к доводам разума и рассудка, максимальное исключение эмоций, страстей, личных мнений при принятии решений, касающихся фактов, требование дискурсивности, логичности, доказательности, подчиненности определенным методологическим нормам.

Структурная формула – формула вещества, показывающая связи между атомами и их расположение относительно друг друга. Структурная формула дает больше информации, чем молекулярная формула.

Т

Телескоп – оптический инструмент, который создает увеличенное изображение удаленных объектов. Имеется несколько различных типов широко используемых телескопов: а) телескоп Галилея (как театральный бинокль) состоит из собирающих и рассеивающих линз; б) стандартный телескоп-рефрактор имеет две собирающие линзы. Он создает большее увеличение, чем телескоп Галилея, но ему нужна более длинная труба, и изображение создается перевернутое; в) телескоп-рефлектор имеет собирающее зеркало вместо линзы; г) стандартный радиотелескоп имеет то же самое назначение, что и телескоп-рефлектор, но он регистрирует радиоволны.

Температура (Т) – уровень теплоты, которой обладает вещество. Она связана со средней кинетической энергией частиц вещества. Существует несколько температурных шкал. В повседневной жизни часто используется шкала Цельсия (градус С, °С) или Фаренгейта (градус F, °F). В науке обычно пользуются абсолютной шкалой Кельвина (кельвин, К). Например, точка таяния льда – 0 градусов по Цельсию, 32 градуса по Фаренгейту и 273 Кельвина по абсолютной шкале.

Теория – развитая форма организации научного знания, дающая целостное представление о закономерностях определенной области действительности.

Теория струн – теория в физике элементарных частиц, которая рассматривает

элементарные частицы не в виде точек, а в виде линий или петель. Идея этих «струн» является чисто теоретической и не имеет экспериментального подтверждения. Более точная формулировка может потребовать создания нового вида геометрии, которая, возможно, будет оперировать бесконечными размерами.

Термоядерные реакции – реакции слияния (синтеза) легких ядер в более тяжелые. Масса образующихся ядер меньше, чем сумма масс участвующих в реакции ядер. Эта реакция сопровождается выделением большого количества энергии. Из-за сильного электростатического отталкивания ядра могут реагировать только при очень высоких температурах. Термоядерные реакции являются основным источником энергии Солнца и других звезд. Неуправляемая термоядерная реакция используется в водородной бомбе. Управляемую реакцию синтеза пока не удалось осуществить, но она может стать дешевым и чистым источником энергии в будущем.

Транскрипция – перенос кода ДНК на иРНК.

Трансляция – синтез белка на основе иРНК в рибосомах из аминокислот, доставляемых РНК.

Телеология (от греч. telos – конец, цель) – тип объяснения объектов и явлений исходя из понятия «цель».

Теоретическая кибернетика – разработка научного аппарата и методов исследования систем управления независимо от их конкретной природы (теория информации и теория алгоритмов, теория игр, исследование операций и т. д.).

«Тепловой смерти» концепция – представление о перспективах развития Вселенной, основанное на распространении выводов равновесной термодинамики на Вселенную.

Точка бифуркации – в синергетике состояние рассматриваемой системы, после которого возможно некоторое множество вариантов ее дальнейшего развития.

Тяготение (гравитация) – свойство материи, которое состоит в том, что между любыми двумя частицами существуют силы притяжения. Тяготение – универсальное взаимодействие, охватывающее всю доступную наблюдению Вселенную и потому называемое всемирным. Любое тело создает поле тяготения, пропорциональное его массе. В результате между телами возникает сила притяжения. Вес тела зависит от ускорения силы тяжести и его массы. Тяготение проявляется в действии на точку тела, находящуюся в центре, где, по нашим представлениям, сконцентрирована вся масса тела. Эту точку иногда называют центром тяжести или центром масс.

у

Ультразвук – звуковая волна высокой частоты, большей, чем может воспринимать человеческое ухо (около 20 кГц и выше). Некоторые животные могут слышать в какой-

либо части ультразвукового диапазона. Например, система звуковой локации (сонар) летучих мышей обычно действует в частоте 50 кГц и выше. Ультразвук мегагерцовой частоты широко используется в современной жизни, например, для обнаружения взрывных мин на море, обследования ребенка в утробе матери (обычно на частоте 2,25 МГц), очищения частей двигателя.

Ультрафиолетовое излучение – область спектра электромагнитных волн с длиной волны примерно 10^{-10} – 10^{-7} м и частотой от 10^{15} до 10^{18} Гц. Ультрафиолетовое излучение испускается раскаленными добела телами и некоторыми газовыми разрядами. Оно действует на фотопленку и вызывает флуоресценцию и фотоэлектрические эффекты. В коже человека вырабатывается витамин D под действием этого излучения, а светлая кожа темнеет от загара. Однако длительное воздействие ультрафиолета вредно. Озоновый слой ограничивает количество ультрафиолетового излучения, которое достигает земной поверхности.

Управление – воздействие на объект, выбранное на основании имеющейся для этого информации из множества возможных воздействий, улучшающее его функционирование или развитие.

Упругость – свойство тел сопротивляться деформации, создаваемой приложенной к ним силой, и восстанавливать первоначальную форму и объем, когда действие силы прекращено. Однако если приложенная сила больше предела упругости, тело сохранит деформацию и станет пластичным. Эти эффекты являются результатом изменения сил взаимодействия между частицами тела, то есть результатом возникновения напряжений.

Уравнение реакции – способ описания химической реакции. Оно может быть выражено в словах: водород + кислород → вода или в виде формулы (или символов): $\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$. Уравнение сбалансировано, если с каждой стороны уравнения находится одинаковое количество каждого типа атомов, например, $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$. На каждой стороне уравнения находится по четыре атома водорода и два атома кислорода.

Ускорение (a) – величина, характеризующая быстроту изменения скорости v объекта в единицу времени. Единица измерения ускорения в системе единиц СИ – метр в секунду за секунду (м/с^2). Ускорение можно вычислить, используя следующую формулу: $a = (v - u)/t$, где u – начальная скорость, а v – конечная. Ускорение – векторная величина. Объект ускоряется, если его скорость и/или направление движения изменяются. Когда система внешних сил F действует на объект массой m , результирующее ускорение a определяется формулой $a = F/m$. На графике скорость – время ускорение в некоторый момент времени определяется по наклону прямой. Положительное ускорения – результат увеличения скорости, а отрицательное ускорение (часто называемое замедлением или торможением) – результат уменьшения скорости.

Физика – наука, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи и законы ее движения.

Физическая величина – особенность, свойство, общее в качественном отношении многим физическим явлениям, объектам, физическим системам, их состояниям и т. п., но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

Фазовые изменения – тип временных процессов, отличающийся тем, что в системе последовательно сменяются стадии какого-либо процесса.

Фенотип – особенности строения и жизнедеятельности организма, обусловленные взаимодействием его генотипа с условиями среды.

Флуктуации (от лат. *fluctuatio* – колебание) – беспорядочные (как правило, малые) отклонения физических величин (в системах, состоящих из большого числа частиц) от средних значений.

Физиологическая кибернетика – раздел кибернетики, который изучает и моделирует функции клеток и органов в норме и патологии.

Фоновое излучение – это диффузное (в астрофизике) и практически изотропное электромагнитное излучение Вселенной. Спектр фонового излучения простирается от длинных радиоволн до гаммалучей. Вклад в фоновое излучение могут давать неразличимые в отдельности далекие источники и диффузное вещество (газ, пыль), заполняющее космическое пространство. Важнейший компонент фонового излучения – реликтовое излучение.

Фоносемантика – исследование соотношения в языковом сознании звука и смысла.

Фотон (от греч. *phos* (*photos*) – свет) – квант электромагнитного излучения. Согласно квантовой теории электромагнитное излучение представляет собой поток элементарных частиц – фотонов, имеющих нулевую массу покоя и движущихся со скоростью света в вакууме.

Фотосинтез – а) процесс преобразования световой энергии в энергию химических связей органических веществ, необходимых для жизнедеятельности как самих фотосинтезирующих организмов, так и других организмов, неспособных к самостоятельному синтезу органических веществ; б) процесс углеродного питания зеленых растений, осуществляемый при помощи световой энергии, поглощаемой хлорофиллом. В результате фотосинтеза растения из углекислоты и воды синтезируют богатые энергией органические вещества.

Фрактал – последовательность точек, в совокупности образующих рекурсивную картину (каждая часть фрактала является уменьшенной копией целого). Фракталы используются в науке для анализа погодных явлений (количество осадков, формирование облаков и морских волн), для создания компьютерных произведений

искусства.

Фундаментальная наука (от лат. *fundamentum* – основание) – сфера человеческой деятельности, создающая основу для будущих исследований, для прикладных разработок.

Х

Хаос (от греч. *chaos* – зиять; букв. – открытая зияющая пропасть) – а) в греческой мифологии – воздушное беспредельное пространство, из которого произошло все существующее; б) в переносном смысле – крайний беспорядок, неразбериха, неопределенное состояние вещества.

Характер – соединение биологически детерминированного темперамента особенностями социализации, воспитания, образования и т. д. Термин впервые применен к человеку Геродотом.

Химия – наука, исследующая различные свойства веществ в зависимости от их химического состава, определяемого их элементами, исследующая структуры (то есть способа взаимодействия элементов веществ) и внутренние механизмы, условия протекания химических процессов, а также изучающая природу реагентов, участвующих в химических реакциях.

Химическая реакция – изменения, в результате которых одно или более химических веществ превращаются в другие вещества путем разрыва и восстановления химических связей между атомами. Химическая реакция обычно сопровождается выделением или поглощением тепловой энергии.

Химический элемент (от лат. *elementum* – стихия) – природно и искусственно полученные вещества, которые не могут быть разложены на более простые, то есть совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Хиральность (хиральности свойство) – (англ. *chirality*, от греч. *chéir* – рука) – понятие в химии, характеризующее свойство объекта быть несовместимым со своим отображением в идеальном плоском зеркале. Живой природе присуща абсолютная хиральная чистота: белки содержат только «левые» аминокислоты, а нуклеиновые кислоты – только «правые» сахара. Существенное значение имеет хиральность при синтезе сложных соединений, обладающих лекарственными свойствами. Иногда антиподы лекарственных средств могут быть очень опасны, поэтому при производстве лекарств для очистки получаемых веществ используют различные хиральные агенты (коллоидные системы с хиральными молекулами, «привитыми» к поверхности). В очень редких случаях оба антипода встречаются в природе, но тогда обладают совершенно разными свойствами. Например, одна форма молекулы лимонеллы отвечает за запах эфирного масла лимона, другая – за запах эфирного масла апельсина.

Хромосомы (от греч. chroma – цвет, окраска и soma – тело) – главные структурно-функциональные элементы клеточного ядра, содержащие расположенные в линейном порядке гены и обеспечивающие хранение, воспроизводство генетической информации, а также начальные этапы ее реализации в признаки; изменяют свою линейную структуру в клеточном цикле.

Хронобиология – междисциплинарная наука, включающая методы и представления других естественно-научных дисциплин (молекулярной биологии, генетики, биофизики, биохимии, морфологии и др.).

Ц

Цвет – одно из свойств объектов материального мира, воспринимаемое как осознанное зрительное ощущение. Наименование, которое мы даем нашим представлениям о различных длинах волн видимого света. Цвет видимого света изменяется длиной волны. Длины волн видимого света заключены в диапазоне от 400 до 760 нм. Эта область содержит несколько сотен оттенков (различных цветов), которые переходят один в другой от темно-красного до темно-фиолетового. Его часто делят на 6 или 7 подгрупп. Белый свет является смесью равных значений всех оттенков. Существуют поверхности, которые отражают весь свет, однако большинство их некоторые длины волн поглощает, а другие отражает. Тело оказывается окрашенным в тот цвет, который оно отражает. Например, когда красная краска освещается белым светом, она будет поглощать все цвета, кроме красного. Тело, которое поглощает все цвета, оказывается черным. Большинство красок содержит несколько различных пигментов, каждый из которых поглощает часть цвета. Смесь различных цветных красок не дает того же результата, что и смесь различных цветов света.

Ч

Частица – а) в физике объект, объем которого очень мал. Кинетическая теория описывает строение материи с помощью частиц. В простом представлении материи такие частицы называются атомами и молекулами. Исследования показали, что частицы могут вести себя как волны, так как они проявляют волновые свойства, такие как дифракция и интерференция; б) служебная часть речи, объединяющая слова, различным образом модифицирующие значения отдельных слов или высказывания в целом. От других служебных слов (предлогов и союзов) частицы отличаются многообразием значений и функций.

Частота (ν) – число циклов периодического движения за единицу времени. Например, число волн, приходящих в точку за одну секунду, или число колебаний маятника за одну минуту. В системе СИ единица измерения частоты – герц (Гц). 1 герц = 1 колебание в секунду. Частота, длина волны и скорость волны связаны друг с другом следующим соотношением: скорость = частота \times длина волны ($c = \nu \times l$).

Эволюция (от лат. *evolutio* – развертывание) – а) в широком смысле слова представление об изменениях в обществе и природе, их направленности, порядке, закономерностях; определенное состояние какой-либо системы рассматривается как результат более или менее длительных изменений его предшествовавшего состояния; б) в более узком смысле – представление о медленных, постепенных, количественных изменениях, в отличие от революции.

Эвтаназия (от греч. *eu* – хорошо и *thanatos* – смерть) – удовлетворение просьбы больного об ускорении его смерти какими-либо действиями или средствами, в том числе прекращением искусственных мер по поддержанию жизни. По Ф. Бекону, эвтаназия – легкая безболезненная, даже счастливая смерть; в наше время ускорение смерти тех, кто переживает тяжелые страдания, прекращение жизни лишних людей, забота об умирающих, предоставление человеку возможности умереть.

Экзотермическая реакция – реакция, при которой тепловая энергия выделяется в окружающую среду. В получившихся соединениях связи содержат меньше энергии, чем в исходных реагентах, следовательно, являются более стабильными. Множество известных реакций являются экзотермическими (например, все реакции сгорания и нейтрализации).

Экология (от греч. *oikos* – дом, место обитания и *logos* – учение) – наука о закономерностях формирования и функционирования биологических систем, их взаимоотношениях друг с другом и с окружающей средой. Термин предложен в 1966 г. немецким биологом, дарвинистом Э. Геккелем для обозначения специальной биологической науки об организмах «у себя дома».

Эксперимент – активный целенаправленный метод изучения явлений в точно фиксированных условиях их протекания, которые могут создаваться и контролироваться самим исследователем.

Электрический ток (I) – поток зарядов через электрический проводник. Единица измерения силы тока – ампер (А). Один ампер есть ток, который переносит заряд Q , равный одному кулону, за одну секунду, $I = Q/t$. Ток в электрической цепи является основой многих электрических приборов и электронных систем. В каждом случае используется действие зарядов и превращение энергии. Электрическая энергия может переходить в свет, тепловую энергию, механическую силу, вызывать магнитные эффекты, химические реакции.

Электромагнитные волны – область излучения, в которую входят различные длины волн, но они имеют следующие общие свойства: а) создаются движущимися электрическими зарядами; б) представляют собой колебания электрического и магнитного полей (следовательно, электромагнитное поле); в) распространяются в вакууме со скоростью света ($3 \cdot 10^8$ м/с); г) поглощаются веществом, в котором они распространяются медленнее, чем в свободном пространстве; д) подобно всем волнам,

испытывают отражение, преломление, интерференцию и дифракцию; е) являются поперечными волнами и обнаруживают поляризационные эффекты; ж) могут обнаруживать свойства частиц.

Электрон – очень маленькая субатомная частица. Электрон несет отрицательный заряд и движется вокруг ядра атома. Когда атомы теряют или приобретают электроны, образуются ионы, а именно: приобретение электрона – отрицательный ион, анион, потеря электрона – положительный ион, катион. Структура, которую образуют электроны, расположенные вокруг атома, называется электронной конфигурацией. Электрический ток является потоком электронов, движущихся через проводник.

Элемент – далее неразложимый компонент системы при данном способе ее рассмотрения.

Электромагнитные волны – процесс распространения в пространстве переменного электромагнитного поля.

Элементарные частицы – первичные, далее неразложимые частицы, из которых, как полагают, состоит вся материя. В современной физике термин «элементарные частицы» обычно употребляют для обозначения большой группы мельчайших частиц материи, не являющихся атомами или атомными ядрами, исключение составляет ядро атома водорода – протон.

Элементарный заряд – минимальный электрический заряд, положительная или отрицательная величина которого $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Эмоциональный интеллект – это способность понимать отношения личности, репрезентируемые в эмоциях, и управлять эмоциональной сферой на основании интеллектуального анализа и синтеза.

Эндотермическая реакция – реакция, для прохождения которой тепловая энергия поглощается из окружающей среды. При эндотермической реакции образуется вещество, содержащее в своих связях большее количество энергии, чем ее было в связях исходных материалов.

Энергия (от греч. *energeia* – действие, деятельность) – общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи. Она не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую.

Энтропия (от греч. *entropia* – поворот, превращение) – а) функция состояния термодинамической системы, характеризующая направление протекания процесса теплообмена между системой и внешней средой, а также направление протекания самопроизвольных процессов в замкнутой системе; б) физическая величина, характеризующая тепловое состояние тела (или системы тел). С молекулярнокинетической точки зрения энтропия – мера вероятности осуществления данного состояния системы.

Этология – наука, изучающая поведение животных в естественных условиях (возникла в 30-е гг. XX в. в работах К. Лоренца).

Эффект Доплера – объяснение видимого изменения длины излучения – звукового или светового – в результате движения источника или приемника излучения: частота излучения нарастает и длины волн становятся короче, если источник приближается к приемнику, и наоборот – при движении от приемника. Между проявлениями эффекта Доплера в акустике (звук) и оптике (свет) существует три отличия: изменение частоты в оптике не зависит от того, что движется – источник или приемник; не зависит от среды, в которой распространяются световые волны; на частоту звуковых волн эти условия, наоборот, влияют. На изменение частоты в оптике сказывается то, что источник или приемник двигаются под прямыми углами к соединяющей их линии. В акустике это не так. Эффект Доплера находит применение в астрономических наблюдениях небесных тел для определения скорости и направления движения.

Я

Ядро – а) атомное ядро – центральная часть атома, в которой сосредоточена почти вся его масса; б) составная часть животной и растительной клеток. Большинство клеток содержит одно ядро, некоторые клетки – два-три. Ядро имеет оболочку; состоит из кариоплазмы и ядрышка; в) ядро Земли – наиболее плотная центральная часть Земли, ограниченная сферой радиусом около 3500 км.

Язык – а) орган в полости рта в виде подвижного мягкого выроста, являющийся органом вкуса, а у человека способствующий также образованию звуков речи; б) средство общения, стихийно возникшее в человеческом обществе и развивающееся как система дискретных (членораздельных) звуковых знаков, предназначенное для целей коммуникации и способное выразить всю совокупность знаний и представлений человека. Концепции возникновения языка как средства коммуникации – звукоподражательная концепция, трудовая концепция, жестовая концепция.

Ключи к контрольным заданиям

	ГЛАВА 1		ГЛАВА 3
	1. А 2. Б 3. Г, Е 4. В 5. А, Б, В 6. А, В, Г, Д 7. Б 8. Б 9. А 10. А 11. В 12. В 13. В 14. А, Г 15. Б		1. Б 2. А 3. Б, В, Г 4. А 5. Б 6. Б 7. Б 8. Б 9. Б 10. В 11. Г 12. Г 13. В 14. А, Б 15. Г 16. В
	ГЛАВА 2		ГЛАВА 4
	1. А 2. В 3. Г 4. В 5. А 6. В 7. Г 8. Б, Д		1. Б 2. А 3. В 4. В 5. Д 6. Б 7. Б 8. Б 9. Б 10. Б 11. В 12. В 13. А 14. Б 15. Б

	ГЛАВА 5		ГЛАВА 7
	1. Г 2. А 3. Б 4. Г 5. Г 6. Б 7. В 8. А, В 9. Г 10. Б, Г 11. Б 12. А 13. Б 14. Б 15. А		1. Б 2. Б 3. Г 4. В 5. А 6. Б 7. Б 8. А 9. В 10. Б
	ГЛАВА 6		ГЛАВА 8
	1. Б 2. Б 3. Г 4. Б 5. Б 6. В 7. А 8. Б 9. Г 10. Б		1. А 2. Г 3. Б 4. А 5. А 6. Б 7. Г 8. Б 9. Б 10. А

	ГЛАВА 9		ГЛАВА 10
	1. Б, Г 2. А 3. Б 4. В 5. В, Г 6. А 7. А 8. А, Б, В, Д, Е 9. А 10. Б 11. Б 12. Б, В		1. А 2. А 3. Г 4. В, Г 5. А 6. Б 7. А 8. А 9. В 10. Б 11. Б 12. Г 13. Б, В
	ГЛАВА 11		ГЛАВА 12
	1. Г 2. А 3. Б 4. В 5. Г 6. В 7. В, Г 8. А 9. В 10. В		1. А 2. Б 3. Б 4. А 5. А 6. В
	ГЛАВА 13		ГЛАВА 14
	1. В 2. А 3. Б 4. А, Б, В, Г 5. Д		1. В, Г 2. Б, Г 3. А 4. Б 5. А, Б, В 6. В 7. Б 8. А, Б 9. А, Б, В, Г, Е 10. Б 11. Б 12. Д

ПРИМЕЧАНИЯ

- [1](#) *Конан Дойл Артур*. Этюд в багровых тонах // Записки о Шерлоке Холмсе. М.: Эксмо, 2008. С. 19.
- [2](#) *Hodson P., Carrol W.* Galileo: Science and Religion // Режим доступа: <http://home.comcast.net/~icuwweb/icu029.htm>
- [3](#) *Гачев Г.* Книга удивления, или Естествознание глазами гуманитария, или Образы в науке. М.: Педагогика, 1991. С. 31.
- [4](#) *Бахтин М. М.* Литературно-критические статьи. М.: Художественная литература, 1986. С. 477–478.
- [5](#) *Кассирер Э.* Опыт о человеке: Введение в философию человеческой культуры. Что такое человек? // Проблема человека в западной философии. М., 1988. С. 3–30.
- [6](#) *Рузавин Г. И.* Математизация научного знания. М., 1984.
- [7](#) *Тоффлер О.* Наука и изменение. Предисловие к книге: Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986. С. 13–14.
- [8](#) Основной единицей модели науки Имре Лакатоса (1922–1974) является «исследовательская программа», состоящая из «жесткого ядра» и «защитного пояса». Модель науки И. Лакатоса (как и модель Т. Куна) имеет два уровня: уровень конкретных теорий, образующих меняющийся «защитный пояс» «исследовательской программы», и уровень неизменного «жесткого ядра», которое определяет лицо «исследовательской программы». Разные исследовательские программы имеют разные «жесткие ядра», т. е. между ними имеется взаимнооднозначное соответствие.
- [9](#) *Берг Л. С.* Наука, ее содержание, смысл и классификация. Пг.: Время, 1922. С. 12.
- [10](#) *Платон*. Законы. М.: Мысль, 2001. С. 680.
- [11](#) Полное собрание творений святого отца нашего Иоанна Златоуста, архиепископа Константинопольского. СПб., 1905. Т. 11. С. 122.
- [12](#) Греч. Trismegistos – «Трижды великий» – имя, данное античными греками Тоту (Дхути) – древнеегипетскому богу мудрости и письма, отождествленному ими с собственным богом Гермесом. (Гермес – от греч. herma – груда камней или каменный столб, которыми отмечались в древности места погребений. В древнегреческой мифологии Гермес – вестник богов, покровитель путешественников, проводник душ умерших людей в царство мертвых; олимпийское божество, сын Зевса; посредник между богами и людьми, входящий как в мир живых, так и в мир мертвых. Атрибутами Гермеса выступали золотые крылатые сандалии и золотой жезл – средоточие магических сил.) Первоначально это (или подобное) имя носил некий маг и ученый

эпохи додинастического Египта (середина 3-го тыс. до н. э.), возможно, жрец культа лунного бога, позже сам объявленный богом.

[13](#) Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986. С. 98.

[14](#) Баткин Л. М. Итальянские гуманисты: стиль жизни, стиль мышления. М.: Наука, 1978. С. 84.

[15](#) Декарт Р. Рассуждения о методе. М.: АН СССР, 1950. С. 305.

[16](#) Флоренский П. Обратная перспектива. Уч. записки Тартуского университета. Вып. 198. Тарту, 1967.

[17](#) Ф. Бэкон – основатель линии эмпиризма в европейской философии Нового времени, разработчик индуктивной логики, главное внимание уделял разработке экспериментального метода; Р. Декарт – основоположник рационализма в теории познания, разработчик логики дедуктивного вывода, выдвинул принцип критического отношения к любому непроверенному знанию и принцип рассмотрения природы в ее историческом развитии.

[18](#) Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. С. 87.

[19](#) См.: Степин В. С. Философская антропология и философия науки. М.: Высшая школа, 1992.

[20](#) Орлов А. С. Тайная битва сверхдержав. М.: Вече, 2000.

[21](#) Ахутин А. В. История науки в контексте культуры. М.: Наука, 1976.

[22](#) Кант И. Сочинения в 6 т. М.: Мысль, 1963. Т. 3. С. 91.

[23](#) Вспомним, что спектр космического тела своего рода химический паспорт светового источника. Его интерпретируют с помощью таблиц или атласов спектров элементов, определяют, какие элементы и в каком количестве составляют исследуемый объект. Спектральный анализ позволяет определять температуру источника и получать данные о движении небесного объекта, если объект движется без бокового смещения, на основании эффекта Доплера. (Если источник света (звука) приближается, в приемник поступает в секунду большее число световых (звуковых) колебаний, частота их возрастает, если удаляется – меньшее, их частота понижается.) Если космический объект приближается к нам, то в его спектре будет наблюдаться сдвиг в сторону более высоких частот, то есть к фиолетовому концу спектра, в противоположном случае – к красному. Чем выше скорость движения объекта, тем сильнее сдвиг спектра.

[24](#) Альвен Х. Происхождение Солнечной системы. Будущее науки. Международный ежегодник. Вып. 12. М.: Знание, 1979. С. 64.

[25](#) Девис П. Суперсила. М.: Мир, 1989.

[26](#) При попытке дать представления о первоначальном периоде жизни Вселенной оперируют сверхмалыми и сверхбольшими числами, что создает трудности восприятия условий, сложившихся в первые мгновения Вселенной. Поясним, что в обозначениях верхний индекс означает число нулей, следующих за основным числом ($10 \times 10 = 100$ обозначается 10^2), обозначения со знаком «минус» указывают на количество позиций справа от десятичной запятой (10^{-3} означает 0,001).

[27](#) Цит. по: *Брайсон Б.* Краткая история почти всего на свете. М.: Гелеос, 2007. С. 37.

[28](#) *Лукреций.* О природе вещей. Т. 1. М.; Л., 1995.

[29](#) Конечность означает, что объем Вселенной можно выразить хотя и очень большим, но конечным числом. Конечная Вселенная будет только в закрытой модели, в открытой и плоской объем Вселенной бесконечен, во всех случаях у Вселенной нет края или границы.

[30](#) В качестве единицы длины служит световой год, который является мерой расстояния, а не времени. Световой год – расстояние, которое луч света проходит за год. Световой год = 10000000000000 (единица с 13 нолями) километров, 3,263 светового года = 1 pc (парсек) = $3,086 \times 10^{16}$ м. Расстояния от планет до Солнца в Солнечной системе выражают в астрономических единицах (а. е.). Астрономической единицей называют расстояние, равное радиусу орбиты Земли: 1 pc = 206 265 а. е.

[31](#) *Гибилиско С.* Астрономия. Путеводитель. М.: Эксмо, 2008. С. 207.

[32](#) Scientific American. 1990. № 5. Р. 84.

[33](#) Советский энциклопедический словарь. М.: Советская инциклопедия, 1987.

[34](#) Цит. по: *Плавильщиков Н. Н.* Гомункулус. М.: Детская литература, 1971. С. 5.

[35](#) Цит. по: *Уиггинс А., Уинн Ч.* Пять нерешенных проблем науки. М.: Фаир-пресс, 2005. С. 61.

[36](#) Доклад, прочитанный на научных вечерах Сорбонны 7 апреля 1864 г. Цит. по: *Уиггинс А., Уинн Ч.* Пять нерешенных проблем науки. С. 62–63.

[37](#) *Уолд Дж.* Происхождение жизни // Сб. Физика и химия жизни. М., 1959. С. 9–31.

[38](#) *Энгельс Ф.* Диалектика природы. М.: Политиздат, 1948. С. 242.

[39](#) *Бернал К.* Возникновение жизни. М.: Мир, 1969. С. 46.

[40](#) Гилозоизм (от греч. hyle – вещество, материя и zoe – жизнь) – философская концепция, признающая одушевленность всех тел, космоса, материи, природы, снимающая принципиальное различие между неорганической и живой природой.

[41](#) Геккель Э. Чудеса жизни. СПб.: Электропечатня Я. Левенштейн, 1908. С. 33.

[42](#) Однако отметим, что в ходе эксперимента в 2006 г. на МКС оказалось, что вынесенные за пределы станции споры грибов и микроорганизмов были жизнеспособны и по прошествии 12 месяцев пребывания в открытом космосе.

[43](#) Девис Пол. Чужой среди своих // В мире науки. 2008. № 3. С. 57.

[44](#) Аналогия из: С. Хокинг. Мир в ореховой скорлупе. М.: Амфора, 2007. С. 43.

[45](#) Математика // Большой энциклопедический словарь. М., 1998.

[46](#) М.: Советская энциклопедия, 1983.

[47](#) Н. Винер писал, что «действие или поведение допускает истолкование как направленность на достижение некоторой цели, то есть некоторого конечного состояния, при котором объект вступает в определенную связь в пространстве и во времени с некоторым другим объектом или событием» (Кибернетика. М., 1968. С. 288). Цель определяется как внешней средой, так и внутренними потребностями субъекта управления. Цель должна быть принципиально достижимой, она должна соответствовать реальной ситуации и возможностям системы (управляющей и управляемой). За счет управляющих воздействий управляемая система может целенаправленно изменять свое поведение.

[48](#) Моисеев Н. Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987. С. 63.

[49](#) Трубецкой С. Н. О природе человеческого сознания // Вопросы философии и психологии. 1890. Кн. 3. С. 171–172.

[50](#) При наличии такого стремления Ж.-Б. Ламарку нужно было объяснить существование низкоорганизованных форм жизни. Ж.-Б. Ламарк считал, что низкоорганизованные формы постоянно самозарождаются.

[51](#) Ламарк Ж.-Б. Философия зоологии. Ч. I. М.; Л.: Биомедгиз, 1935. С. 44.

[52](#) Дарвин Ч. Происхождение видов. 1933. С. 717.

[53](#) Дарвин Ч. Сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 9. С. 226.

[54](#) Дарвин Ч. Сочинения. Т. 3. С. 328.

[55](#) См.: Кропоткин П. А. Взаимопомощь как фактор эволюции. М., 1918. С. 5–12.

[56](#) Ичас М. Биологический код. М.: Мир, 1971. С. 246.

[57](#) Позднее были созданы следующие неправительственные организации, основанные специально для разрешения планетарных проблем, лидирует конечно же Римский клуб,

созданный в 1968 г. менеджером фирмы Оливетти Печчеи. К числу ведущих международных организаций относятся: а) Институт всемирного наблюдения «Независимая неприбыльная исследовательская организация», образованная для анализа глобальных проблем и привлечения к ним всеобщего внимания, основана в 1975 г., с 1980 г. ежегодный доклад «Состояние мира»; б) независимые исследовательские группы при правительствах и международных организациях (типа ООН).

[58](#) Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физика. М.: Атомиздат, 1972. С. 71.

[59](#) Вернадский В. И. Размышления натуралиста. М.: Наука, 1977. С. 24–67.

[60](#) Россия в глобальной политике. Ежеквартальный журнал. 2003. № 2, апрель – июнь.

[61](#) Экология Подмосковья. Энциклопедическое пособие. М.: Современные тетради, 2001. С. 317.

[62](#) Там же. С. 138.

[63](#) Экология Подмосковья. Энциклопедическое пособие. С. 164.

[64](#) Там же. С. 167.

[65](#) Экология Подмосковья. С. 133–134.

[66](#) Пехов А. П. Биология с основами экологии. СПб. : Лань, 2000. С. 589–590.

[67](#) Чебышев Н. В., Гринева Г. Г., Козарь М. В., Гуленков С. И. Биология. М.: Просвещение, 2001. С. 576.

[68](#) Там же. С. 575.

[69](#) Вахненко Д. В., Гарнизоненко Т. С., Колесников С. И. Биология с основами экологии. Ростов н/Д: Феникс, 2003. С. 473.

[70](#) Проблема роста населения Земли // В мире науки. 2007. № 11.

[71](#) Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. Кн. 2. С. 32.

[72](#) Peccei A. Faut-il-arreter la croissance? // Express. Paris, 1972. № 1094. P. 71.

[73](#) Комсомольская правда. 2009. 13 марта.

[74](#) Название современному виду человека дал Карл Линней при создании классификации органического мира. Любопытно, что Линней выделял особый подвид «дикие люди» – *Homo sapiens furs*.

[75](#) Английский исследователь Дж. Фрезер сделал вывод о том, что Адам был сотворен из красной глины, опираясь на совпадение морфем «Адам» – «человек» и «адама» – глина.

[76](#) Цит. по: *Плавильщиков Н. Н.* Гомонкулус. М.: Детская литература, 1971. С. 5.

[77](#) Бытие 2:7.

[78](#) *Ламберт Д.* Доисторический человек: Кембриджский путеводитель. Л.: Недра, 1991.

[79](#) *Кларк Дж. Д.* Доисторическая Африка. М.: Наука, 1977.

[80](#) *Boaz N. T.* Status of Australopithecus afarensis // *Learth. Phys. Antropol.* 1988. V. 31. P. 85–113. 3

[81](#) *Матюшин Г. Н.* У истоков человечества. М.: Мысль, 1982.

[82](#) *Ламберт Д.* Доисторический человек: Кембриджский путеводитель.

[83](#) *Ламберт Д.* Доисторический человек: Кембриджский путеводитель. С. 152–153.

[84](#) *Ламберт Д.* Доисторический человек: Кембриджский путеводитель. С. 158–159.

[85](#) *Джуан С.* Странности нашего тела. Занимательная анатомия. М.: РИПОЛ классик,, 2008.

[86](#) *Driving Mr. Albert. A Trip across America with Einstein s Brain. Michael Parenti.* Delta. 2001.

[87](#) *Дуглас Филдз.* Другая часть мозга // *В мире науки.* 2004. № 7. С. 23–31.

[88](#) По материалам журнала «В мире науки». 2006. Окт. С. 7. На основании www.nature.com, www.sciam.com

[89](#) См. подробнее: *Иванов В.* Чет и нечет. М.: Советское радио, 1978.

[90](#) *Лотман Ю. М.* Избранные статьи. Таллин, 1992.

[91](#) *Вилейанур С. Рамачандран.* Рождение разума. Загадки нашего сознания. М.: Олимп-Бизнес, 2006.

[92](#) *Вилейанур С. Рамачандран.* Рождение разума. Загадки нашего сознания. Гл. 4.

[93](#) *Лендел Ю.* Обезьяна. Человек. Язык. М.: Мир, 1981.

[94](#) Московский университет. 1997. № 9. С. 4 (статья подготовлена зав. кафедрой славянской филологии фил. фак. В. Гудковым).

[95](#) Седов Е. А. Язык науки и наука о языке // Химия и жизнь. 1979. № 9.

[96](#) Coss R. G. The perceptual aspects of eye-spot patterns and their relevance to gaze behavior. 1970. P. 121–147.

[97](#) Wilson E. O. On Human Nature. Camb., MA: Harvard Univ. Press, 1978. Pp. X, 5, 96, 80.

[98](#) Wilson E. O. On Human Nature. Camb., MA: Harvard Univ. Press, 1978. P. 167.

[99](#) Wilson, Edward O. On Human Nature. Cambridge, 1978. P. 6.

[100](#) Зуб А. Т. Биополитика: истоки, современное состояние и перспективы. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 100.

[101](#) Биополитика: методология социального биологизма в политологии (обзор) // Сб. Логика, методология и философия науки. Вып. № 3. М., 1987. С. 145.

[102](#) Олескин А. В. Гуманистика как новый подход к познанию живого // Вопросы философии. 1990. № 11. С. 149–157.

[103](#) Бороздина Л. В. Психология характера. М.: Изд-во МГУ, 1997.

[104](#) Более подробно см.: Блюмин Т. Типы характеров // Человек. 1996. № 4 С. 34–51.

[105](#) Дворецкий И. Х. Древнегреческо-русский словарь. М.: ГИИНС, 1958. С. 1765.

[106](#) Баткис Г. Евгеника // БСЭ. М., 1931. Т. 23. С. 812–819.

[107](#) Левит С. Г. Дарвинизм, расовый шовинизм, социал-фашизм // Учение Дарвина и марксизм-ленинизм. М., 1932. С. 107–125.

[108](#) Геном – совокупность хромосомного набора половых клеток, так как кареотип – совокупность хромосомного набора соматических клеток.

[109](#) Итоги. 1999. № 23. 8 июня. С. 38–39.

[110](#) Вокруг света. 2006. № 10. С. 162.

[111](#) Итоги. 2006. № 22. 29 мая. С. 58–61.

[112](#) В мире науки. 2006. Сент. С. 9.

[113](#) Франк-Каменецкий М. Д. Век ДНК. М.: КД «Университет», 2004. С. 151–152.

[114](#) Feynman R. There's plenty of room at the bottom. Engineering and Science. 1960. Vol. 23, № 5, Febr. P. 22–36.

[115](#) По другим данным понятие «нанотехнология» впервые появилось в литературе в

1974 г. (Н. Танигучи, Япония).

[116](#) Chemical and Engineering News. 2003. Vol. 81. № 48. P. 37–48.

[117](#) *Roco M.C. and Bainbridge W.S. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science.* Boston, Mass., Kluwer Academic Publishers. 2003.

[118](#) Бит – единица информации в ЭВМ, соответствующая одному двоичному разряду, двоичное число (цифра или символ), принимающее значение 1 или 0 и служащее для записи и хранения данных в компьютере.

[119](#) Теория оборванных связей – метод описания и предсказания специфических свойств веществ в нанодисперсном состоянии, основанный на сравнении степени химической связи атомов или молекул на поверхности и в объеме твердого тела. Представьте, что вы держите в руках маленькие липкие шарики. Сожмите в руке несколько сотен таких шариков. В тех местах, где шарики боками соприкасаются, они слипнутся, образуя химические связи. При этом какое-то количество шариков будет находиться внутри частицы, со всех сторон плотно окруженными соседями (координационно-насыщенные атомы), а какое-то количество расположится на поверхности, оставаясь с одного бока свободными (координационно-ненасыщенные поверхностные атомы). Снаружи частица будет липкой, реакционно-способной. Чем выше доля таких поверхностных шариков, тем реакционно-способнее частица и тем больше «мусора» она может на себя «нацеплять».

[120](#) Что нового в науке и технике // 2008. № 5. С. 70.

[121](#) Nanotechnology and the developing world. PloS Medicine, Vol. 2. № 5. e. 97. P. 302.

[122](#) *Сгречча Э., Тамбоне В.* Биоэтика: учебник. М.: Изд-во ББИ, 2002. С. 362–363.

[123](#) Биоцентризм – мировоззренческая позиция, ставящая превыше всего интересы живой природы (какими они представляются человеку).

[124](#) *Ницше Ф.* Сочинения в 2 т. М.: Мысль, 1990. Т. 1. С. 373–374.